

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 06 June 2001 (06.06.01)	
<b>International application No.</b> PCT/EP00/09345	<b>Applicant's or agent's file reference</b> 15023/PCT hr
<b>International filing date</b> (day/month/year) 25 September 2000 (25.09.00)	<b>Priority date</b> (day/month/year) 01 October 1999 (01.10.99)
<b>Applicant</b> NAGEL, Ralf et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

05 March 2001 (05.03.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer</b> Odile ALIU Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---



Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 15023/PCT hr	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/09345	International filing date ( <i>day/month/year</i> ) 25 September 2000 (25.09.00)	Priority date ( <i>day/month/year</i> ) 01 October 1999 (01.10.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01G 11/04		
Applicant DYNATECHNIK MESSSYSTEME GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 05 March 2001 (05.03.01)	Date of completion of this report 04 July 2001 (04.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No

PCT/EP00/09345

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 1-15 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_ 1-20 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1/5-5 5 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 00/09345

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

Document DE-A1-44 06 046 cited in the middle of page 2 shows a device for measuring a powder mass flow in a powder-gas mixture used in an electrostatic coating installation. The supply line (10) is fitted with two induction electrodes (12, 14) as shown in Figure 1, and the quantity of powder per unit of volume is measured at the supply line (10) with a microwave resonator (36) as shown in Figure 3 (see column 3, lines 37-46).

Simultaneous measurement of speed and mass is therefore possible. This is the starting point for the invention, since it proposes similar measurements for free-flowing or flowable bulk materials using a weighing chute and a pair of induction electrodes, as per independent Claims 1 (method), 7 (arrangement) and 15 (weighing chute). No such essential teaching or configuration could be found, and the aforementioned known measurement of a powder-gas mixture does not appear to give any clear indication relating to flowable bulk materials, for example that the microwave resonator (36) could easily be replaced by a weighing chute or that the induction electrodes (12, 14) might be advantageous. Claims 1-20 are therefore considered to satisfy the criteria stipulated in PCT Article 33(2) to (4).





# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC: 06 JUL 2001

WIPO PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 15023/PCT hr	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/09345	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 25/09/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 01/10/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01G11/04		
Anmelder DYNATECHNIK MESSSYSTEME GMBH		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
 Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  05/03/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  04.07.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Mielke, W  Tel. Nr. +49 89 2399 2661 



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-15                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-20                      ursprüngliche Fassung

**Zeichnungen, Blätter:**

1/5-5/5                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/09345

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**



Punkt V:

Die Mitte Seite 2 angegebene DE-A1-4406046 zeigt eine Einrichtung zum Messen eines Pulvermassestromes in einem Pulver Gas Gemisch einer elektrostatischen Beschichtungsanlage. In Figur 1 ist die Förderleitung 10 mit zwei Influenzelektroden 12,14 versehen, und die Pulvermenge pro Volumeneinheit wird mit einem Mikrowellenresonator 36 von Figur 3 an der Förderleitung 10 gemessen, Spalte 3 Zeilen 37-46. Somit liegt eine simultane Geschwindigkeits- und Massemessung vor. Hier setzt die Erfindung ein, indem sie derartige Messungen für fließfähiges oder fließendes Schüttgut vorschlägt, mit einer Wägerutsche und einem Influenzelektrodenpaar. Unabhängige Ansprüche 1 Verfahren, 7 Einrichtung, 15 Wägerutsche. Eine derartig grundlegende Lehre oder Anordnung konnte nicht ermittelt werden, und die obige bekannte Pulver Gas Gemisch Messung scheint keine deutlichen Hinweise im Hinblick auf fließendes Schüttgut zu geben, etwa derart, daß bei Schüttgut natürlich der Mikrowellenresonator 36 durch eine Wägerutsche zu ersetzen ist und die Influenzelektroden 12,14 vorteilhaft verbleiben können. Die Ansprüche 1-20 werden daher als die Kriterien nach Artikel 33(2-4) erfüllend angesehen.





VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>15023/PCT hr</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 00/ 09345</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>25/09/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>01/10/1999</b>
Anmelder  <b>DYNATECHNIK MESSSYSTEME GMBH</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. **Grundlage des Berichts**

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.



**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G01G11/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 29 50 925 A (ZAKLADY MEKH PRECYZYJNEJ I AUT) 20. November 1980 (1980-11-20) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1; Abbildung	1,7
Y	---	15-20
A	DE 44 06 046 A (WAGNER INT) 31. August 1995 (1995-08-31) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1	1,7
Y	---	15-20
Y	DE 197 45 121 A (BAYER AG) 15. April 1999 (1999-04-15) Spalte 3, Zeile 45 - Zeile 52; Abbildung 2	15-20
	-----	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Januar 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ganci, P



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/09345

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 2950925	A	20-11-1980	PL	215637 A	02-01-1981
DE 4406046	A	31-08-1995	EP	0669522 A	30-08-1995
DE 19745121	A	15-04-1999	NONE		



Verfahren und Vorrichtung zum Messen von Schüttgutströmen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen von Schüttgutströmen durch simultane Geschwindigkeits- und Massenmessungen. Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zum kontinuierlichen Erfassen der Durchflußmenge von fließfähigem Schüttgut, wie z.B. von Granulaten oder pulverförmigen Feststoffen, beim Schüttguttransport, wie z.B. ein Verfahren zur Erfassung der Austragsmenge an Gut aus einem Vorratsbehälter oder der Beladung eines Schüttguttransporters. Die Erfindung betrifft auch eine Einrichtung zur Durchführung dieser Verfahren.

Es ist bekannt, Schüttgutströme unter Verwendung von Prallplatten oder Meßschurren zu erfassen (siehe z.B. DE-OS 29 50 925). Das zu messende Gut stößt gegen eine schräg zur Fallrichtung des Gutes orientierte Platte. Der Massendurchsatz ergibt sich aus der Multiplikation der an der Prallplatte gemessenen Kraft mit einem Kalibrierungsfaktor. Diese Verfahrensweise ist wegen der relativ großen Meßungenauigkeiten und wegen der erforderlichen Kalibrierung nachteilig. Die Meßungenauigkeiten ergeben sich insbesondere bei Schwankungen der Schüttgutcharakteristika, beispielsweise in Bezug auf die Korngrößen, -formen, -gewichte und -härten, des Aufprallverhaltens u.s.w.

Zur Vermeidung dieser Meßungenauigkeiten wird in EP 0 372 037 eine Technik beschrieben, bei der das Gut über eine schräge Rutsche und von dieser auf ein Prall- oder Laufrad geführt wird. Die Rutsche ist mit einem Belastungsumformer zur Erfassung der Schüttgutmasse pro Rutschenlänge ausgestattet. Die Schüttgutgeschwindigkeit (Weg pro Zeit) wird mit dem Prallrad am Ende der Rutsche gemessen, das sich un-





ter der Wirkung des bewegten Gutes dreht. Die Verwendung des Prallrades ist nachteilig, da dieses ein mechanisch bewegtes Element darstellt, das zusätzliche Wartungsarbeiten erfordert. Außerdem können Anbackungen des Gutes am Rad zu falschen Meßresultaten führen. Bei der Meßwertauswertung wird von einer konstanten Geschwindigkeit auf der Rutsche ausgegangen, die nur am Ende der Rutsche gemessen wird. Dabei wird jedoch nicht berücksichtigt, daß auf der Rutsche eine Geschwindigkeitsänderung durch die Beschleunigung des Gutes auf der Rutsche erfolgt. Dieses Problem könnte wiederum nur durch eine zusätzliche Kalibrierung kompensiert werden.

Aus DE PS 44 06 046 ist ein Verfahren zum Messen eines Pulver-Massestromes ohne den Einsatz mechanisch bewegter Elemente bekannt. Dabei wird ein Pulver-Gas-Gemisch durch eine Förderleitung mit einer Geschwindigkeitsmeßvorrichtung und einer Massenmeßvorrichtung geleitet. Die Geschwindigkeitsmeßvorrichtung basiert auf dem Influenzverfahren, das an sich aus den Publikationen von J. B. Gajewski et al. in „Material Science“, Bd. 16, S. 113 ff. und in „Electrostatics 1991“ (Hrsg. B. C. O'Neill, Inst. Phys. Press, Bristol, S. 159 ff.) und von J. V. Candy in „Signal Processing“. A model approach“ (McGraw Hill, New York, 1988) bekannt ist. Die Pulverteilchen erfahren bei ihrer Bewegung durch die Förderleitung eine elektrische Aufladung. An der Förderleitung sind mit Abstand zueinander zwei Ringelektroden angebracht, in denen durch die in der Förderleitung bewegten geladenen Pulverteilchen Spiegelladungen induziert werden, die als elektrisches Meßsignal erfassbar sind. Durch Auswertung von Korrelationen zwischen den Meßsignalen der Ringelektroden kann auf die Geschwindigkeit der Pulverteilchen rückgeschlossen werden.



Die in DE PS 44 06 046 eingesetzte Massenmeßvorrichtung ist zum Messen der Pulvermasse pro Volumeneinheit in einem Abschnitt der Förderleitung ausgelegt und basiert auf einer Substanzmengenmessung mit einem Mikrowellenresonator.

Ein erster Nachteil dieser Technik besteht darin, daß die Massenmeßvorrichtung nur eine relative Massenbestimmung ermöglicht. Zur Erfassung des Pulver-Massestromes müssen die gemessene Geschwindigkeit, die gemessene Pulvermasse pro Volumeneinheit und die Abmessungen der Förderleitung unter Berücksichtigung einer zusätzlichen Kalibrierung verrechnet werden. Die Massenbestimmung unter Verwendung von Mikrowellen ist mit weiteren Nachteilen verbunden. Die Massenbestimmung kann nicht am selben Abschnitt der Förderleitung wie die Geschwindigkeitsmessung erfolgen, da letztere durch den Betrieb des Mikrowellenresonators gestört werden würde. Außerdem ist die Messung mit Mikrowellen extrem von äußeren Randbedingungen abhängig, wie z.B. von der Feuchte des Pulvers. Dies macht eine zusätzliche Prozeßüberwachung und laufende Nachkalibrierung erforderlich.

Generell stellt die Notwendigkeit von Kalibrierungsmessungen bei allen herkömmlichen Techniken einen entscheidenden Nachteil dar, da die Erfassung von Schüttgutströmen in der Praxis möglichst universell und unabhängig von gesonderten Messungen der Schüttgutparameter, wie z.B. Korngrößen, -formen oder -gewichten erfolgen soll.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zum Messen von Schüttgutströmen, insbesondere zum Messen des Massedurchsatzes von fließendem Material, bereitzustellen, mit dem die Nachteile der herkömmlichen Techniken vermieden wird und das insbesondere kalibrationsfrei durchgeführt werden kann. Mit dem Verfahren soll auch eine hohe Meßgenauigkeit und eine Reduzierung des Wartungsaufwandes



erreicht werden. Die Aufgabe der Erfindung ist es auch, eine verbesserte Meßeinrichtung für Schüttgutströme, insbesondere eine verbesserte Durchflußwaage für Schüttgutströme anzugeben.

Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 7 oder 15 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Grundidee der Erfindung besteht darin, an fließfähigem Schüttgut in einer Transportleitung die Geschwindigkeits- und Massemessungen gleichzeitig an einer bestimmten Schüttgutmenge durchzuführen. Hierzu wird in eine Transportleitung für fließfähiges Schüttgut eine Wägerutsche integriert, die zur gravimetrischen Massebestimmung am jeweiligen auf der Wägerutsche fließenden Schüttgut ausgelegt ist. An der Wägerutsche oder in der Transportleitung ist ferner mindestens ein Paar von Influenzelektroden einer Geschwindigkeitsmeßvorrichtung angebracht, in denen durch das fließende Schüttgut meßbare Ströme von Influenzladungen erzeugt werden. Aus den zeitlichen Signalverläufen der Ströme wird unter Verwendung eines Korrelationsverfahrens die Geschwindigkeit des Schüttguts ermittelt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Messung der Durchflußmenge an Schüttgütern, wie sie beispielsweise in EP 372 037 beschrieben ist, so weiter zu entwickeln, daß die Geschwindigkeitsmessung am auf der Wägerutsche befindlichen Material erfolgt. Die Geschwindigkeitsmessung erfolgt entweder direkt an der Schüttgutmenge auf der Wägerutsche oder indirekt an Schüttgutmengen mit Abstand von der Wägerutsche unter Berücksich-



tigung eines Geschwindigkeitsprofils in der Transportleitung.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Wägerutsche, die simultan zur Masse- und Geschwindigkeitsmessung an über die Wägerutsche fließendem Material ausgelegt ist. Mit der Wägerutsche wird die Masse des auf der Länge der Wägerutsche befindlichen Schüttguts direkt und absolut in Kilogramm je Meter gemessen. Simultan ergibt die Geschwindigkeitsmessung die Schüttgutgeschwindigkeit in Metern je Sekunde. Durch Produktbildung kann unmittelbar die Durchflußmenge als durchfließende Masse pro Zeiteinheit, z.B. in Kilogramm je Stunde, abgeleitet werden.

Die Erfindung besitzt die folgenden Vorteile. Die Erfindung liefert eine Durchflußmengenmessung, die im Unterschied zu allen früheren Techniken kalibrationsfrei aus absoluten Geschwindigkeits- und Massemessungen abgeleitet wird. Die Ermittlung beider Parameter (Geschwindigkeit, Schüttgutmasse) erfolgt gleichzeitig für identisches Schüttgutmaterial. Dies ist ein besonders überraschendes und vorteilhaftes Ergebnis, da man vor der Erfindung davon ausgegangen war, daß die beiden Parameter die Implementierung derart verschiedenartiger Meßprinzipien erfordern, das eine gleichzeitige Messung für einen bestimmten Abschnitt der Transportleitung ausgeschlossen ist. Bei der Entwicklung der erfindungsgemäßen Meßtechnik gelangten die Erfinder zu dem unerwarteten Ergebnis, daß die Influenzmethode zur Geschwindigkeitsmessung ausreichend empfindlich für die Messung an fließfähigem Schüttgütern und ausreichend robust für praktische Anwendungen ist. Es wurde insbesondere festgestellt, daß auch bei Schüttgütern mit relativ großen Teilchengrößen im mm-Bereich die Teilchen z.B. durch Reibung, Stoß oder Bruch elektrostatisch aufgeladen werden und daß sich auch bei relativ geringen Schüttgutgeschwindigkeiten (z.B. im Bereich





ab 1 m/s) ausreichend genau meßbare Ströme in den Influenzelektroden ausbilden.

Die erfindungsgemäße Meßtechnik erlaubt auch die genaue Durchflußmengenmessung an unregelmäßig fließendem Schüttgut oder sogar an Schüttgutströmen mit zeitweiligen Unterbrechungen. Die erfindungsgemäße Meßeinrichtung ist äußerst robust gegen Störungen. Bewegte Komponenten, wie z.B. Prall- oder Laufräder, werden vermieden. Die Masse- und Geschwindigkeitsmessungen beeinflussen sich nicht gegenseitig. Mit der Erfindung wird eine Durchflußwaage mit einer neuen und erweiterten Brauchbarkeit geschaffen. Die Wägerutsche mit simultaner Masse- und Geschwindigkeitsmessung kann in eine Transportleitung beliebiger Gestalt eingebaut werden. Die Wägerutsche bildet selbst ein Stück Förderstrecke mit einer Form und Neigung, die zu denen der angrenzenden Abschnitte der Transportleitung identisch sind.

Mit der erfindungsgemäßen Meßtechnik läßt sich die Durchflußmenge mit einer Relativgenauigkeit von 1% und besser ermitteln. Durch den Einsatz einer digitalen Auswertungs-elektronik kann das System in Förderpausen einen Nullabgleich durchführen, um beispielsweise eine Drift der Massenmeßvorrichtung zu kompensieren.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden aus den im folgenden unter Bezug auf die Zeichnungen beschriebenen Ausführungsbeispielen ersichtlich. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Übersichtsdarstellung der mechanischen Teile einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Durchflußmengenmessung,

Figur 2: eine Illustration der Signalaufnahme bei einem erfindungsgemäßen Verfahren,



Figur 3: Kurvendarstellungen zur Illustration der Ströme von Influenzladungen und deren Korrelation,

Figur 4: Illustrationen zur Position von Influenzelektroden einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Durchflußmengenmessung,

Figur 5: Illustrationen zur Kombination einer erfindungsgemäßen Wägerutsche mit einer Transportleitung, und

Figur 6: Illustrationen verschiedener Förderstreckenquerschnitte.

Figur 1 illustriert die Anordnung einer erfindungsgemäßen Einrichtung 100 zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähigen Schüttguts 1 am Ende einer Transportleitung 2. Die Einrichtung 100 umfaßt im einzelnen eine Massenmeßvorrichtung 10 mit einer gravimetrischen Wägerutsche 3, eine Geschwindigkeitsmeßvorrichtung 20 mit einem Influenzelektrodenpaar 21 und eine Auswertungsvorrichtung 30, die im einzelnen einen Signalkorrelator, einen Wägeverstärker und eine Rechenvorrichtung zur Ermittlung der Durchflußmenge enthält. Die Einrichtung 100 ist in bzw. an einem durchbrochen gezeichneten Gehäuse 4 angebracht, das anwendungsabhängig ortsfest auf einem Untergrund oder vorzugsweise wie dargestellt am Ende der Transportleitung 2 befestigt ist. Die Wägerutsche 3 ist so gestaltet und im Gehäuse 4 angebracht, daß sie im wesentlichen eine gleichförmige Verlängerung der Förderstrecke der Transportleitung 2 bildet. An der oberen Seite der Wägerutsche 3 ist ein Balken 13 befestigt. Die Wägerutsche 3 ist vorzugsweise aus Segmenten aufgebaut, die mit dem Balken 13 zusammengehalten werden. Die Wägezelle 11 ist an einem Ende mit dem Balken 13 und am anderen Ende mit dem



Gehäuse 4 fest verbunden. Sie enthält als Massesensor einen Dehnungsmeßstreifen 12, der in Abhängigkeit von der Masse in der Wägerutsche 3 und damit deren Verbiegung in Pfeilrichtung ein vorbestimmtes Sensorsignal an die Auswertungsvorrichtung 30 liefert. Anstelle des Dehnungsmeßstreifens 12 können alternativ auch andere Massesensoren, z.B. unter Verwendung eines mechanischen Federelements oder des Prinzips der schwingenden Saite oder des Prinzips der magnetischen Kraftkompensation, eingesetzt werden.

Die Wägerutsche 3 trägt das Influenzelektrodenpaar 21 mit zwei voneinander beabstandeten Elektrodenringen 21a, 21b. Die Elektrodenringe 21a, 21b sind in die Wand der Wägerutsche 3 integriert, auf dieser außen fixiert oder auch in einer äußeren Hülse untergebracht, die auf der Außenseite der Wägerutsche 3 beweglich ist. Die Ringelektroden 21a, 21b sind streifenförmige, die Wägerutsche 3 vollständig umgebende metallische Ringe, die beispielsweise aus Kupfer bestehen und eine Dicke von 30  $\mu\text{m}$  bis in den mm-Bereich bzw. eine Breite von rd. 2 cm besitzen. Es können auch mehrere Influenzelektrodenpaare 21 vorgesehen sein, wie dies unten erläutert ist. Die Influenzelektroden müssen nicht zwingend ringförmig die Wägerutsche 3 umgeben. Es sind auch andere, flächige oder streifenförmige Elektrodenformen realisierbar, sofern sie für eine ausreichende Bildung von Ladungssignalen zur Geschwindigkeitsmessung geeignet sind.

Das Schüttgut 1 kann aus beliebigem partikelförmigem, anorganischen oder organischen Material bestehen. Es kann beispielsweise Mineralstoffe oder Kunststoffe mit beliebigen Teilchenformen (Kugelformen, Bruchstücke, Stäbchenformen u. dgl.) umfassen. Typische Teilchengrößen liegen im Bereich oberhalb von 1  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise rund 1 mm bis 5 mm. Die Teilchengrößen können auch im cm-Bereich und weit darüberhinaus liegen.



Das Schüttgut 1 bewegt sich unter der Wirkung der Gravitation in der Transportleitung 2 bzw. der Wägerutsche 3 auf dem jeweiligen Boden der Förderstrecke. Hierzu sind die Transportleitung 2 und die Wägerutsche 3 gegenüber der Horizontalen geneigt. Die Neigung oder Steilheit wird anwendungsabhängig, insbesondere in Abhängigkeit von der Fließfähigkeit des Schüttguts, gewählt und liegt beispielsweise im Bereich von  $30^\circ$  bis  $45^\circ$ . Der Transport des Schüttguts 1 erfolgt trägergasfrei rutschend auf dem Boden der Förderstrecke.

Das Prinzip der Signalaufnahme mit der erfindungsgemäßen Einrichtung 100 wird im folgenden unter Bezug auf die Figuren 2 und 3 erläutert. Figur 2 zeigt schematisch die erfindungsgemäße Wägerutsche 3 mit zwei Elektrodenringen 21a, 21b. Das Schüttgut rutscht in Pfeilrichtung auf den Boden der Wägerutsche 3. Die Geschwindigkeit des Schüttgutstromes wird wie folgt ermittelt.

Der Schüttgutstrom besteht aus Feststoffpartikeln, die sich bei ihrer Bewegung elektrostatisch aufladen. Die elektrostatische Aufladung wird beispielsweise durch Reibung zwischen den Partikeln, Reibung zwischen Partikeln und der Wand der Transportleitung oder durch Bruch oder Stoß verursacht. Die elektrisch geladenen Partikel erzeugen (influenzieren) beim Durchtritt durch einen Metallring oder allgemein bei jeder Bewegung relativ zu einem elektrischen Leiter in diesem eine Spiegelladung. Die Summe der Spiegelladungen liefert ein Ladungssignal, das gegenüber Masse als Stromsignal meßbar ist. Aufgrund von statistischen Schwankungen im Schüttgutstrom ergibt sich im Zeitverlauf ein Stromsignal mit einem statistischen Fauschen. Erfolgt ein Vorbeitriff der elektrisch geladenen Partikel an einem wei-





teren Metallring oder einer weiteren Metallfläche, so wird wiederum ein Ladungssignal bzw. im zeitlichen Verlauf ein Stromsignal meßbar, das sich ebenfalls durch ein statistisches Rauschen auszeichnet. Das Stromrauschen ist in beiden Fällen in seiner zeitlichen Abfolge ähnlich, wobei jedoch ein Zeitversatz  $\Delta t$  auftritt, der linear von der Schüttgutgeschwindigkeit abhängt. Weitere Einzelheiten des an sich bekannten Influenzprinzips zur Bestimmung von Partikelgeschwindigkeiten werden in der Publikation von K. Dybeck et al. in „Conference Record Of 29<sup>th</sup> Annual Meeting“, IEEE Industrie Application Society, Atlanta 1994, beschrieben.

In Figur 2 ist die Abnahme der Ladungssignale (Signal A1, Signal A2) von den Ringelektroden 21a bzw. 21b illustriert. Die Signale A1, A2 werden an den Korrelator 31 gegeben. Der Korrelator 31 bildet die Kreuzkorrelationsfunktion aus den Signalen A1 und A2 und ermittelt aus dieser den Zeitversatz  $\Delta t$ . Der Zeitversatz entspricht der Lage des Maximums der Kreuzkorrelationsfunktion. Dies ist im einzelnen weiter in Figur 3 illustriert, die im oberen Teil die Ausgangssignale A1 und A2 von den Ringelektroden 21a, 21b und im unteren Teil die Kreuzkorrelationsfunktion KKF illustriert. Aus dem bekannten Abstand  $l$  der Ringelektroden 21a, 21b und dem Zeitversatz wird die gesuchte Schüttgutgeschwindigkeit  $v$  gemäß

$$v = l/\Delta t$$

ermittelt. Der Abstand  $l$  zwischen den Ringelektroden 21a, 21b beträgt beispielsweise 30 mm.

Der Korrelator 31 enthält vorzugsweise einen digitalen Signalprozessor, dessen Eingangsgrößen durch Abtasten der analogen Signale A1, A2 geliefert werden. Die Abtaststrate wird anwendungsabhängig unter Berücksichtigung einer Minimierung des Fehlers bei der Korrelationsanalyse gewählt. Zur Er-



mittlung der Kreuzkorrelationsfunktion werden entsprechend den Signalen A1, A2 zwei Datenfolgen mit einer bestimmten Anzahl N von Meßpunkten aufgenommen, die Datenfolgen unter Anwendung einer N-Punkte-FFT in den Frequenzbereich transformiert und einer Faltung unterzogen. Das Faltungsergebnis wird mit einer inversen N-Punkte-FFT in den Zeitbereich rücktransformiert, woraus sich das in Figur 3 (untere Kurve) dargestellte Ergebnis ergibt. Die Geschwindigkeit v wird an die Rechenvorrichtung 32 gegeben.

Der Signalweg zur Ermittlung des Geschwindigkeits-Parameters verläuft somit von den Influenzelektroden 21a, 21b zur Ermittlung der Ladungssignale über einen Vorverstärker (nicht dargestellt) und einen programmierbaren Verstärker zur automatischen Signalanpassung (ebenfalls nicht dargestellt) zum Korrelator 31, der den digitalen Signalprozessor enthält, die Kreuzkorrelationsfunktion und daraus die Geschwindigkeit berechnet. Der programmierbare Verstärker dient der Signalhöhenoptimierung der Ladungssignale bei sich ändernden Produkteigenschaften oder Massedurchsätzen.

Der Zeitversatz kann alternativ auch mit anderen Signalanalyseverfahren, wie z. B. einer Muster- oder Bildauswertung oder Iterationsverfahren, ermittelt werden.

Das Signal für den Masseparameter (Signal B) verläuft direkt von der Wägezelle 11 (siehe Figur 1) der Wägerutsche 3 über einen Wägeverstärker 14 zur Rechenvorrichtung 32.

In der Rechenvorrichtung 32 wird die Durchflußmenge  $dm/dt$  aus der Geschwindigkeit und der pro Längeneinheit der Wägerutsche 3 gemessenen Masse M wie folgt berechnet:

$$dm/dt \text{ [kg/h]} = v \text{ [m/sec]} \cdot M \text{ [kg/m]} \cdot 3600$$



Die Rechenvorrichtung 32 ergibt somit ohne zusätzliche Kalibrierungsschritte unmittelbar die Durchflußmenge. Die jeweils berechnete quantitative Größe für  $dm/dt$  kann einer weiteren Auswertung, einer Anzeige oder einer Systemsteuerung als Eingangsgröße z.B. für einen Förderer zugeführt werden.

Figur 4 illustriert verschiedene Ausführungsformen der Elektrodenpositionierung an der Wägerutsche 3. Die Ringelektroden 21a, 21b, die ersatzweise auch nicht-umlaufende Elektrodenstücke nahe des in Betriebsposition unteren Teils der Wägerutsche sein können, bilden jeweils ein Influenzelektrodenpaar 21. Jedes Influenzelektrodenpaar 21 ist außen um die Wägerutsche verlaufend befestigt oder in die Wand der Wägerutsche eingebettet. Im ersteren Fall muß die Wägerutsche aus einem elektrisch isolierenden Material bestehen. Beim Einkleben oder Einbetten der Influenzelektroden in die Wägerutsche ist dies nicht erforderlich. Vorzugsweise wird ein segmentierter Aufbau gewählt, bei dem sich Rutschen- und Elektrodensegmente abwechseln.

Im Unterschied zu Figur 1 zeigt Figur 4 die Wägerutsche 3 zwischen dem Einlauf 2a und dem Auslauf 2b der im übrigen nicht gezeigten Transportleitung. Im obersten Teilbild ist das Influenzelektrodenpaar 21 in axialer Richtung mittig an der Wägerutsche 3 angebracht. Bei der abgewandelten Ausführungsform entsprechend dem mittleren Bild in Figur 4 sind zwei Influenzelektrodenpaare 21, 22 am Anfang bzw. Ende der Wägerutsche 3 vorgesehen. Diese Ausführungsform besitzt den Vorteil, daß die Geschwindigkeit des Schüttguts mit erhöhter Genauigkeit ermittelt werden kann. Da die Geschwindigkeit des Schüttguts während des Fließens über Wägerutsche 3 unter Wirkung der Gravitationskraft noch steigt, können mit den zwei Influenzelektrodenpaaren 21, 22 zwei Geschwindigkeitswerte und aus diesen ein mittlerer Geschwindigkeits-



wert ermittelt werden. Zur Aufnahme von Geschwindigkeitsprofilen entlang der Wägerutsche und/oder zur Verbesserung der Geschwindigkeitsmessung können auch noch mehr Influenzelektrodenpaare vorgesehen sein.

Im untersten Teil von Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung illustriert, bei der zwei Influenzelektrodenpaare 21, 22 am Ende des Einlaufs 2a bzw. am Anfang des Auslaufs 2b angeordnet sind. Aus den Abständen der Influenzelektrodenpaare 21 bzw. 22 von der Wägerutsche 3 kann unter Annahme eines vorbestimmten Geschwindigkeitsprofils des Schüttguts die Geschwindigkeit in der Wägerutsche 3 ermittelt werden. Das Geschwindigkeitsprofil ist beispielsweise ein lineares Profil, d.h. die Geschwindigkeit des Schüttguts nimmt in Transportrichtung linear zu. Das Geschwindigkeitsprofil kann aber auch komplizierter oder einfacher sein. Je nach Material, Steilheit und Länge der Förderstrecke können ein Abbremsen oder bei Gleichgewicht aus Reibung und Gravitation eine konstante Geschwindigkeit des Schüttguts auftreten.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 4 (unten) besitzt Vorteile in Bezug auf den vereinfachten mechanischen Aufbau der Wägerutsche und die Vermeidung einer Verdrahtung an dieser. Allerdings muß bei dieser Gestaltung ein Auslauf vorgesehen sein.

Gemäß einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform könnte auch ein einziges Influenzelektrodenpaar außerhalb der Wägerutsche vorgesehen sein, das unter Berücksichtigung des Abstandes von der Wägerutsche und des angenommenen Geschwindigkeitsprofils oder einer auf der Förderstrecke ausgebildeten Konstantgeschwindigkeit wiederum einen Geschwindigkeitswert für das Schüttgut in der Wägerutsche ergibt.





Diese Ausführungsform ist jedoch durch eine geringere Genauigkeit gekennzeichnet.

Es wird betont, daß auch die Ausführungsformen der Erfindung mit Influenzelektrodenpaaren außerhalb der Wägerutsche die simultane Geschwindigkeits- und Massemessung für identisches Schüttgutmaterial erlauben. Die Interpolation auf der Grundlage von Geschwindigkeitsprofilen ist bei fließfähigem Schüttgut genügend genau, um von den Geschwindigkeitswerten außerhalb der Wägerutsche auf die Geschwindigkeit auf der Wägerutsche Rückschlüsse ziehen zu können.

Eine in der Praxis realisierte Meßeinrichtung zur Messung an Kunststoffgranulat mit einer mittleren Korngröße von 2 mm und einem Durchsatz von rd. 0.5 bis 2 t/h besitzt z. B. die folgenden Eigenschaften. Der Aufbau entspricht der Gestaltung von Fig. 4 (oben). Die Wägerutsche besitzt eine Länge von 200 mm und eine Neigung gegenüber der Horizontalen von  $30^\circ$ . Der Rohrdurchmesser beträgt 50 mm. Das Granulat besitzt eine typische Geschwindigkeit von rd. 1.7 m/s. Bei maximalem Durchsatz beträgt die Masse M auf der Wägerutsche rd. 65 g / 200 mm.

Die Figuren 5 und 6 illustrieren verschiedene Gestaltungen der Anordnung der Wägerutsche 3 in Bezug auf die Transportleitung 2 bzw. des Profils der Transportleitung 2 und der Wägerutsche 3. Die erfindungsgemäße Wägerutsche 3 kann in die Transportleitung 2 integriert sein (Figur 5, oberer Teil) oder am Ende der Transportleitung 2 vorgesehen sein. In jedem Fall ist das Querschnittsprofil der Wägerutsche genau an das Querschnittsprofil der Transportleitung angepaßt, wobei jedoch die Wägerutsche 3 berührungslos angeordnet ist. Ein Spalt zwischen der Wägerutsche 3 und den jeweils benachbarten Teilen der Transportleitung 2 besitzt meist eine charakteristische Dimension, die geringer ist



als die typische Teilchengröße des fließenden Schüttguts. Beispielsweise besitzt der Spalt bei Granulatschüttgut mit einer Teilchengröße im Bereich von 2 mm eine Breite von 1 mm. Bei großen Durchsätzen tritt im Schüttgutstrom eine Kraftwirkung wie ein Sog auf, die insbesondere bei der Förderung von Pulvern verhindert, daß sich der Spalt zusetzt. Die Spaltbreite kann somit auch größer als die geförderten Teilchen sein.

Die Transportleitung und die Wägerutsche besitzen einen geschlossenen oder einen nach oben offenen Querschnitt, wie dies in Figur 6 illustriert ist. Eine bevorzugte geschlossene Querschnittsform ist die Rohrform. Als offene Formen können beispielsweise ein Rohrsegment oder eine Rechteckform gebildet werden. Weitere Abwandlungen sind möglich, wobei eine Querschnittsform derart bevorzugt wird, daß in einem in Betriebsposition unteren Scheitel der Förderstrecke das Schüttgut konzentriert wird. Die Querschnittsform kann auch dreieckig oder durch Kombination der genannten Formen gebildet sein.

Die Wägerutsche 3 kann hängend oder von unten gestützt angeordnet sein, wobei die hängende Anordnung bevorzugt wird, da die Wägezelle 11 (siehe Figur 1) vor gegebenenfalls aus tretendem Schüttgut geschützt wird und den ausgetretenen Schüttgutstrom nicht behindert und ferner kurze, störungsarme Kabelwege zur Signalübertragung ermöglicht werden.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.



Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähigen Schüttguts (1) durch eine Transportleitung (2), bei dem eine Geschwindigkeitsmessung und eine Massemessung vorgesehen sind, wobei die Massemessung gravimetrisch mit einer Wägerutsche (3) erfolgt,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Geschwindigkeitsmessung simultan zur Massemessung für jeweils auf der Wägerutsche befindliches Schüttgut unter Verwendung mindestens eines Induktionselektrodenpaares (21, 22) erfolgt, und

die Durchflußmenge kalibrationsfrei direkt aus der Geschwindigkeit und der Masse des auf der Wägerutsche (3) fließenden Schüttguts (1) ermittelt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Massemessung mit einer hängenden oder aufliegenden Wägerutsche (3) erfolgt.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem mehrere Influenzelektrodenpaare (21, 22) vorgesehen sind und mit diesen mehrere Geschwindigkeitsmessungen erfolgen und die Geschwindigkeit des Schüttguts (1) der Wägerutsche (3) aus den Geschwindigkeitsmessungen abgeleitet wird.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Schüttgut partikelförmige Feststoffe mit typischen Teilchengrößen im Bereich von 1 µm bis 1000 mm umfaßt.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Durchflußmenge ( $dm/dt$ ) aus der gemessenen Masse ( $M$ ) und der gemessenen Geschwindigkeit ( $v$ ) gemäß  $dm/dt = v \cdot M$  ermittelt wird.



6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem zur Geschwindigkeitsmessung eine Korrelationsanalyse der Ladungssignale der Influenzelektroden jedes Influenzelektrodenpaares (21, 22) erfolgt.

7. Einrichtung (100) zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähigen Schüttguts (1) durch eine Transportleitung (2), die umfaßt:

- eine Massemeßvorrichtung (10), die zur Wägung des auf einer Wägerutsche (3) befindlichen Schüttguts (1) ausgelegt ist,
- eine Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20), und
- eine Auswertungsvorrichtung (30),

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20) mindestens ein Influenzelektrodenpaar (21, 22) umfaßt, das zur Bereitstellung von Ladungssignalen (A1, A2) ausgelegt ist, deren relativer zeitlicher Verlauf charakteristisch für die Geschwindigkeit des Schüttguts (1) in der Wägerutsche (3) ist, und

die Auswertungsvorrichtung (30) mit der Massemeßvorrichtung (10) und Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20) verbunden und dazu ausgelegt ist, aus den von den Masse- und Geschwindigkeitsmeßvorrichtungen (10, 20) gelieferten Meßwerten direkt die Durchflußmenge des Schüttguts (1) zu ermitteln.

8. Einrichtung gemäß Anspruch 7, bei der die Wägerutsche (3) hängend oder aufliegend angeordnet ist.

9. Einrichtung gemäß Anspruch 7 oder 8, bei der die Wägerutsche (3) am Ende einer Transportleitung (2) oder in einer Lücke zwischen zwei Transportleitungsabschnitten (2a, 2b) angeordnet ist.





10. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der das mindestens eine Influenzelektrodenpaar (21, 22) an der Wägerutsche (3), auf deren Außenseite oder in deren Wand integriert, angebracht ist.

11. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, bei der jedes Influenzelektrodenpaar (21, 22) aus zwei Ringelektroden besteht, die radial um die Wägerutsche (3) verlaufen.

12. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, bei der jedes Influenzelektrodenpaar (21, 22) Elektrodenstücke umfaßt, die im Bodenbereich der Wägerutsche (3) angeordnet sind.

13. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der mindestens ein Influenzelektrodenpaar (21, 22) an der Transportleitung (2) angebracht ist.

14. Einrichtung gemäß einem der Ansprüch 7 bis 13, bei der die Massenmeßvorrichtung (10) eine Wägezelle (11) und einen Dehnungsmeßstreifen (12) enthält, wobei die Wägezelle (11) mit dem Dehnungsmeßstreifen (12) an einem Ende mittels eines Balkens (13) an der Wägerutsche (3) und am anderen Ende ortsfest an einem Gehäuse (4) befestigt ist.

15. Wägerutsche zur gravimetrischen Wägung von fließendem Schüttgut (1), die mit einer Massenmeßvorrichtung (10) und einer Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, daß**

die Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20) mindestens ein Influenzelektrodenpaar (21, 22) zur Erfassung der Geschwindigkeit des Schüttguts auf der Wägerutsche (3) umfaßt.

16. Wägerutsche gemäß Anspruch 15, bei der ein Influenzelektrodenpaar (21) in axialer Richtung in der Mitte der



Wägerutsche (3) angebracht ist.

17. Wägerutsche gemäß Anspruch 15, bei der zwei Influenzelektrodenpaare (21, 22) an den Enden der Wägerutsche (3) angebracht sind (3).

18. Wägerutsche gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17, bei der die Influenzelektrodenpaare auf der äußeren Wand der Wägerutsche (3) aufgebracht oder in die Wand der Wägerutsche (3) integriert sind.

19. Wägerutsche gemäß Anspruch 18, die einen segmentartigen Aufbau besitzt.

20. Verwendung eines Verfahrens, einer Einrichtung oder einer Wägerutsche gemäß einem der vorliegenden Ansprüche zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähiger Schüttgüter.



### Zusammenfassung

Zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähigen Schüttguts (1) durch eine Transportleitung (2), wobei eine Geschwindigkeitsmessung und eine gravimetrische Massemessung mit einer Wägerutsche (3) vorgesehen sind, erfolgt die Geschwindigkeitsmessung simultan zur Massemessung für jeweils auf der Wägerutsche befindliches Schüttgut unter Verwendung mindestens eines Influenzelektrodenpaares (21,22), und es wird die Durchflußmenge kalibrationsfrei direkt aus der Geschwindigkeit und der Masse des auf der Wägerutsche (3) fließenden Schüttguts (1) ermittelt.

(Fig. 1)



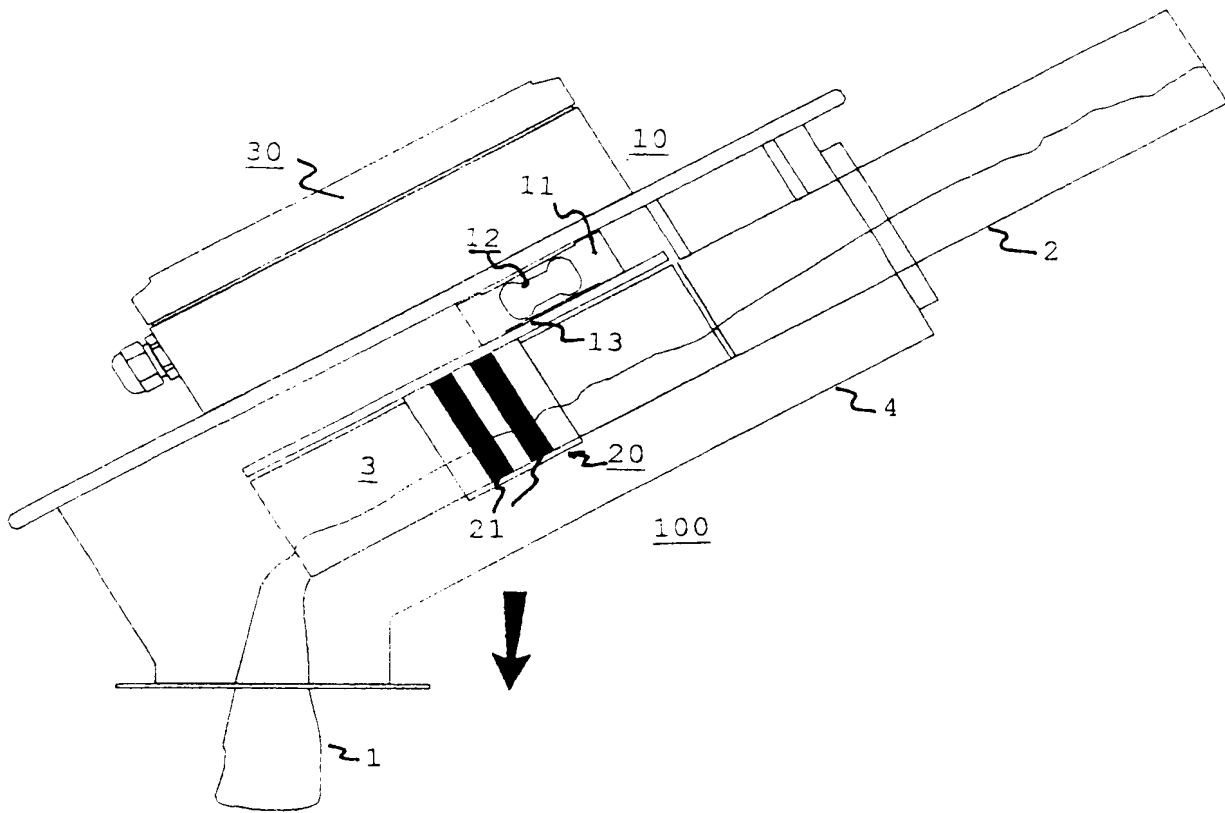


Fig. 1





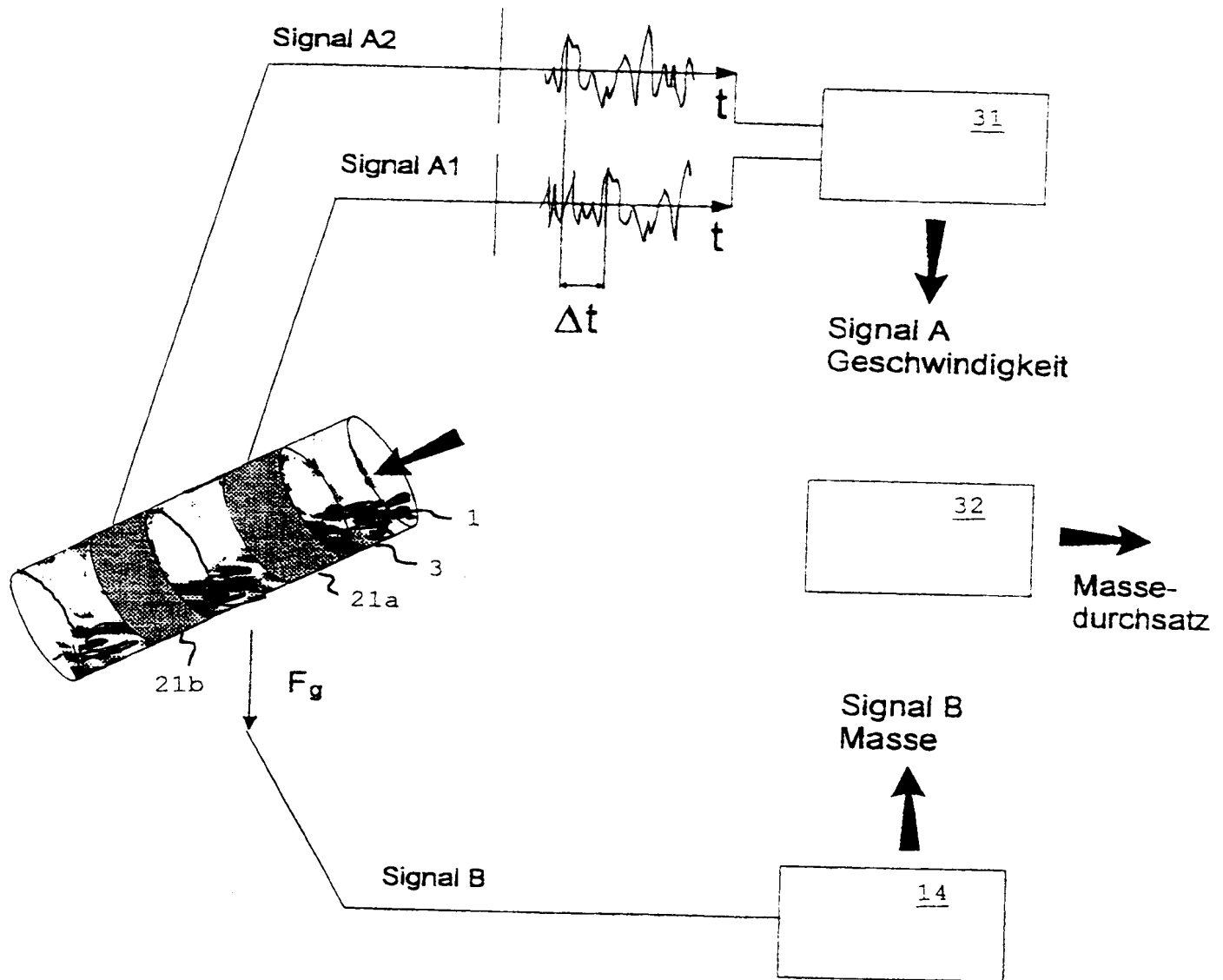


Fig. 2



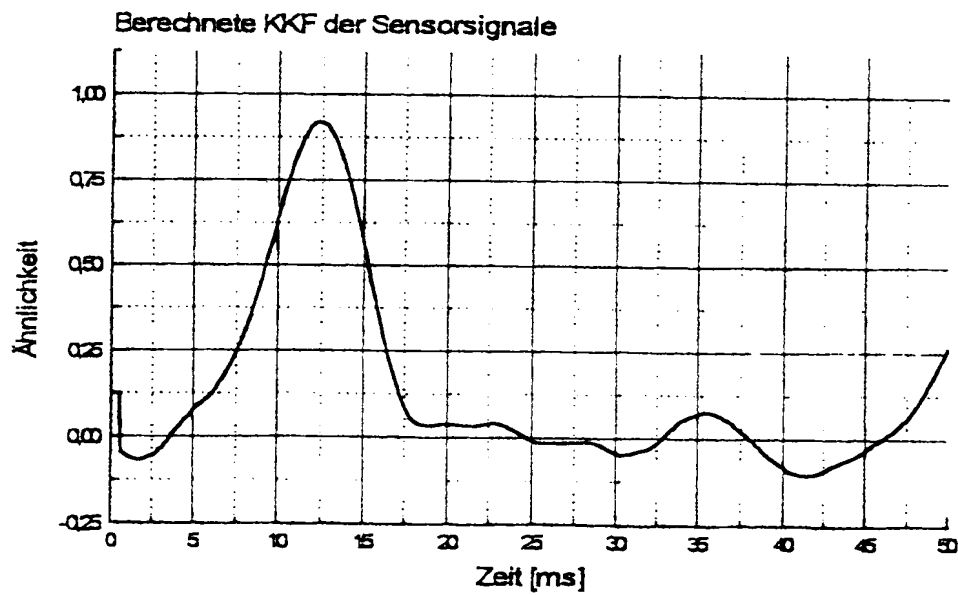
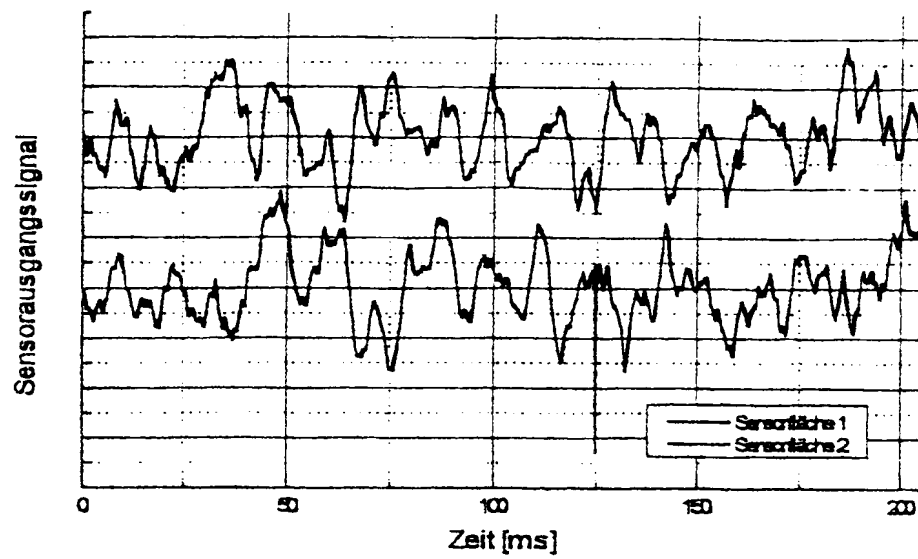


Fig. 3



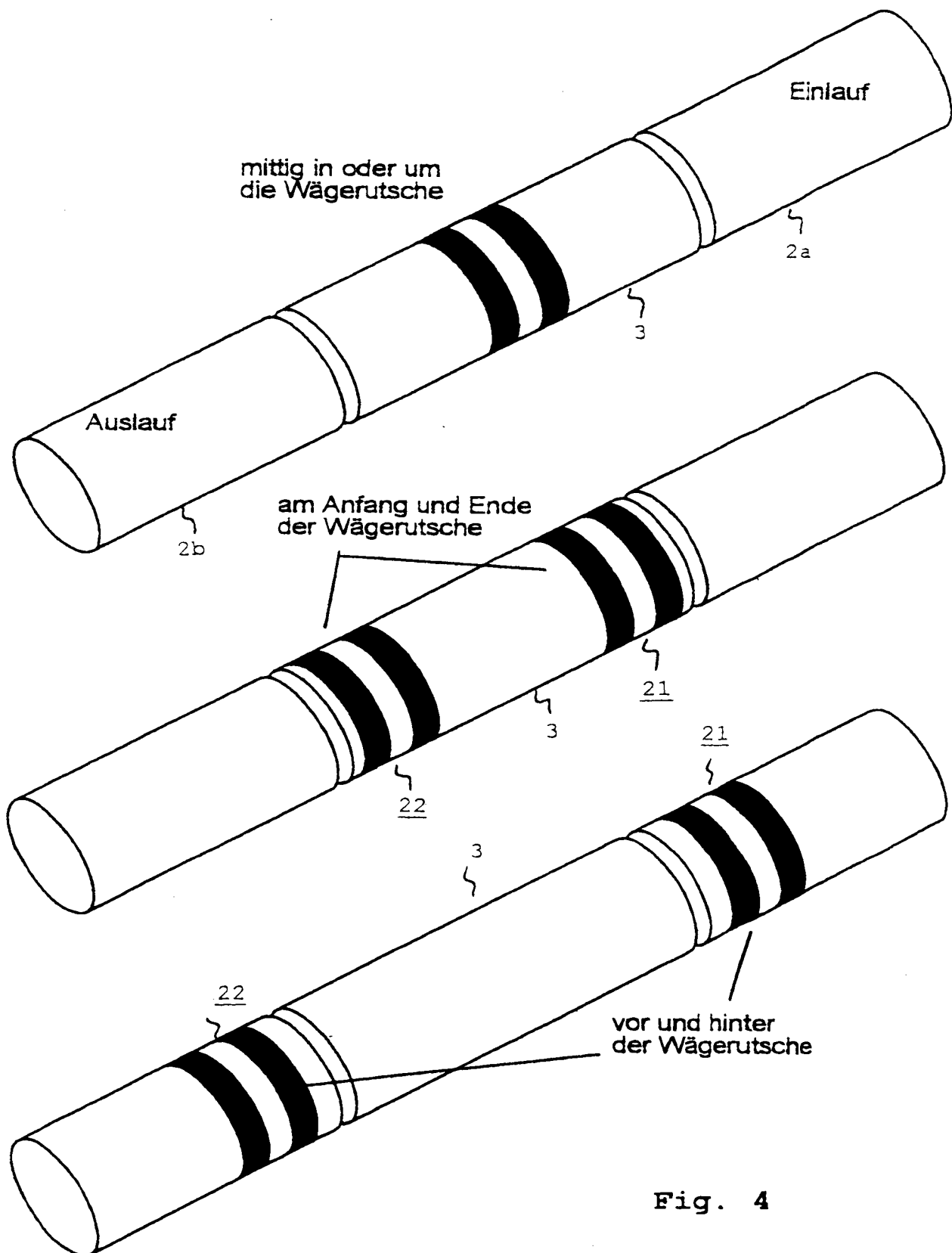


Fig. 4

1913

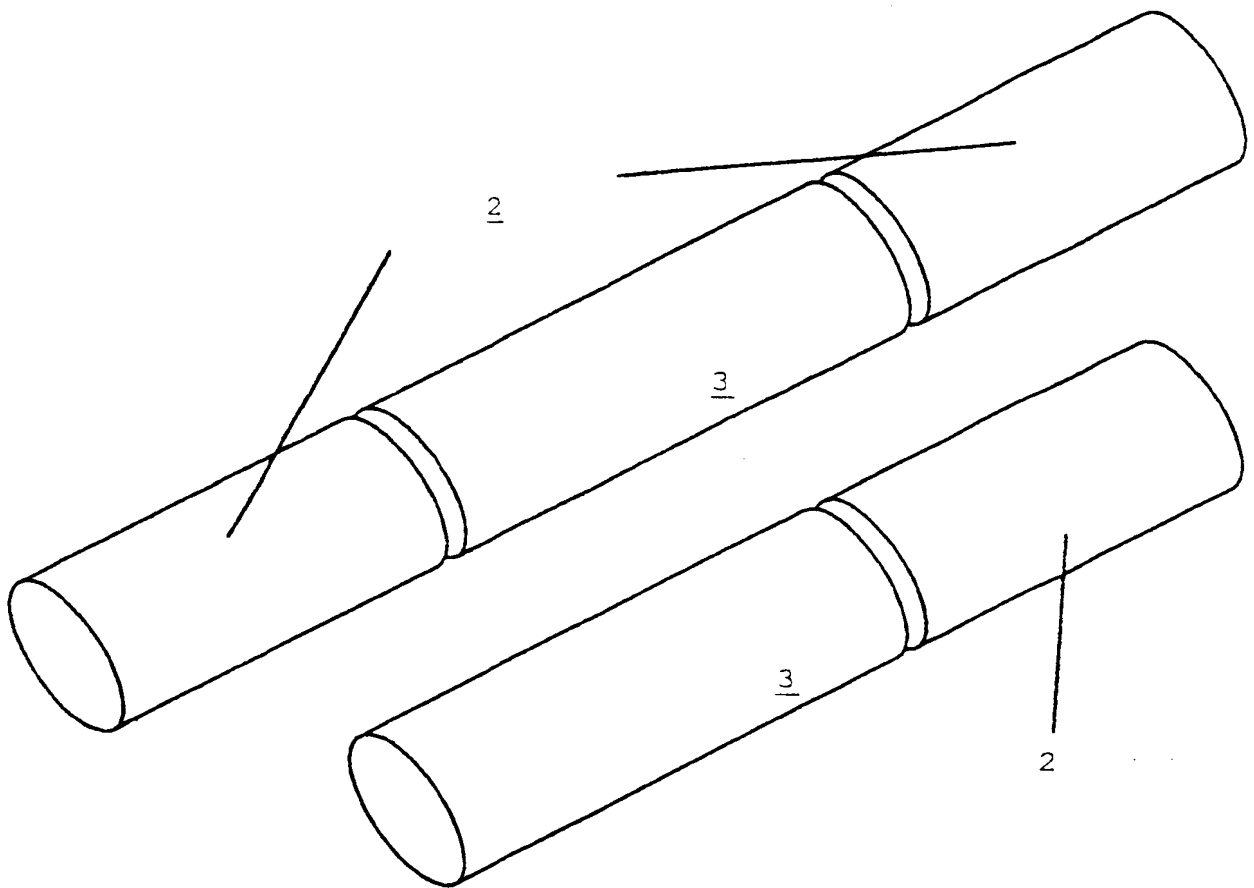
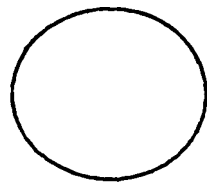


Fig. 5



Rohr



Rohrsegment



Rechteck

Fig. 6





(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. April 2001 (12.04.2001)

PCT

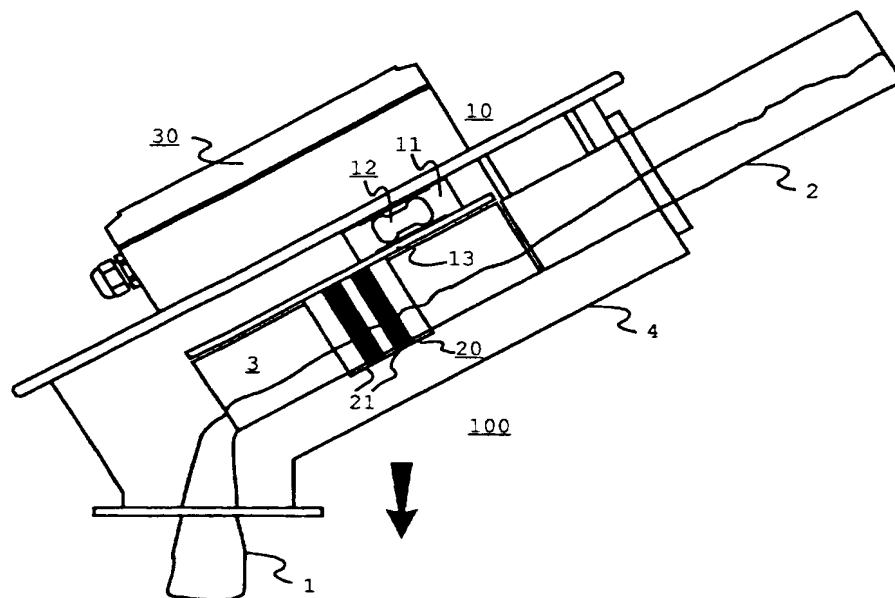
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/25732 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01G 11/04**
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP00/09345**
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
25. September 2000 (25.09.2000)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:  
199 47 394.3 1. Oktober 1999 (01.10.1999) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DYNATECHNIK MESSSYSTEME GMBH**  
[DE/DE]; Tempowerkring 5, 21079 Hamburg (DE).
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NAGEL, Ralf**  
[DE/DE]; Iserbrooker Weg 88, 22589 Hamburg (DE).  
**DYBECK, Klaus** [DE/DE]; Lerchenweg 1, 21423 Winsen/Luhe (DE).
- (74) Anwalt: **HERTZ, Oliver**; v. Bezold & Sozien,  
Akademiestr. 7, 80799 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **CN, JP, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): **europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).**
- Veröffentlicht:  
--- Mit internationalem Recherchenbericht.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **METHOD AND DEVICE FOR MEASURING STREAMS OF BULK MATERIALS**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM MESSEN VON SCHÜTTGUTSTRÖMEN**



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for detecting the flow quantity of free-flowing bulk materials (1) through a transport line (2). According to said method, a speed measurement and a gravimetric measurement of mass are performed using a weighing chute (3). The speed measurement and the measurement of mass take place simultaneously for the bulk materials which are currently on the weighing chute, by means of at least one pair of induction electrodes (21, 22) and the flow quantity is determined directly without calibration from the speed and the mass of the bulk materials (1) flowing on the weighing chute (3).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/25732 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**(57) Zusammenfassung:** Zum Erfassen der Durchflussmenge fließfähigen Schüttguts (1) durch eine Transportleitung (2), wobei eine Geschwindigkeitsmessung und eine gravimetrische Massemessung mit einer Wägerutsche (3) vorgesehen sind, erfolgt die Geschwindigkeitsmessung simultan zur Massemessung für jeweils auf der Wägerutsche befindliches Schüttgut unter Verwendung mindestens eines Influenzelektrodenpaares (21, 22), und es wird die Durchflussmenge kalibrationsfrei direkt aus der Geschwindigkeit und der Masse des auf der Wägerutsche (3) fließenden Schüttguts (1) ermittelt.

Verfahren und Vorrichtung zum Messen von Schüttgutströmen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen von Schüttgutströmen durch simultane Geschwindigkeits- und Massenmessungen. Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zum kontinuierlichen Erfassen der Durchflußmenge von fließfähigem Schüttgut, wie z.B. von Granulaten oder pulverförmigen Feststoffen, beim Schüttguttransport, wie z.B. ein Verfahren zur Erfassung der Austragsmenge an Gut aus einem Vorratsbehälter oder der Beladung eines Schüttguttransporters. Die Erfindung betrifft auch eine Einrichtung zur Durchführung dieser Verfahren.

Es ist bekannt, Schüttgutströme unter Verwendung von Prallplatten oder Meßschurren zu erfassen (siehe z.B. DE-OS 29 50 925). Das zu messende Gut stößt gegen eine schräg zur Fallrichtung des Gutes orientierte Platte. Der Massendurchsatz ergibt sich aus der Multiplikation der an der Prallplatte gemessenen Kraft mit einem Kalibrierungsfaktor. Diese Verfahrensweise ist wegen der relativ großen Meßungenauigkeiten und wegen der erforderlichen Kalibrierung nachteilig. Die Meßungenauigkeiten ergeben sich insbesondere bei Schwankungen der Schüttgutcharakteristika, beispielsweise in Bezug auf die Korngrößen, -formen, -gewichte und -härten, des Aufprallverhaltens u.s.w.

Zur Vermeidung dieser Meßungenauigkeiten wird in EP 0 372 037 eine Technik beschrieben, bei der das Gut über eine schräge Rutsche und von dieser auf ein Prall- oder Laufrad geführt wird. Die Rutsche ist mit einem Belastungsumformer zur Erfassung der Schüttgutmasse pro Rutschenlänge ausgestattet. Die Schüttgutgeschwindigkeit (Weg pro Zeit) wird mit dem Prallrad am Ende der Rutsche gemessen, das sich un-

ter der Wirkung des bewegten Gutes dreht. Die Verwendung des Prallrades ist nachteilig, da dieses ein mechanisch bewegtes Element darstellt, das zusätzliche Wartungsarbeiten erfordert. Außerdem können Anbackungen des Gutes am Rad zu falschen Meßresultaten führen. Bei der Meßwertauswertung wird von einer konstanten Geschwindigkeit auf der Rutsche ausgegangen, die nur am Ende der Rutsche gemessen wird. Dabei wird jedoch nicht berücksichtigt, daß auf der Rutsche eine Geschwindigkeitsänderung durch die Beschleunigung des Gutes auf der Rutsche erfolgt. Dieses Problem könnte wiederum nur durch eine zusätzliche Kalibrierung kompensiert werden.

Aus DE PS 44 06 046 ist ein Verfahren zum Messen eines Pulver-Massestromes ohne den Einsatz mechanisch bewegter Elemente bekannt. Dabei wird ein Pulver-Gas-Gemisch durch eine Förderleitung mit einer Geschwindigkeitsmeßvorrichtung und einer Massenmeßvorrichtung geleitet. Die Geschwindigkeitsmeßvorrichtung basiert auf dem Influenzverfahren, das an sich aus den Publikationen von J. B. Gajewski et al. in „Material Science“, Bd. 16, S. 113 ff. und in „Electrostatics 1991“ (Hrsg. B. C. O'Neill, Inst. Phys. Press, Bristol, S. 159 ff.) und von J. V. Candy in „Signal Processing“. A model approach“ (McGraw Hill, New York, 1988) bekannt ist. Die Pulverteilchen erfahren bei ihrer Bewegung durch die Förderleitung eine elektrische Aufladung. An der Förderleitung sind mit Abstand zueinander zwei Ringelektroden angebracht, in denen durch die in der Förderleitung bewegten geladenen Pulverteilchen Spiegelladungen induziert werden, die als elektrisches Meßsignal erfassbar sind. Durch Auswertung von Korrelationen zwischen den Meßsignalen der Ringelektroden kann auf die Geschwindigkeit der Pulverteilchen rückgeschlossen werden.

Die in DE PS 44 06 046 eingesetzte Massenmeßvorrichtung ist zum Messen der Pulvermasse pro Volumeneinheit in einem Abschnitt der Förderleitung ausgelegt und basiert auf einer Substanzmengenmessung mit einem Mikrowellenresonator.

Ein erster Nachteil dieser Technik besteht darin, daß die Massenmeßvorrichtung nur eine relative Massenbestimmung ermöglicht. Zur Erfassung des Pulver-Massestromes müssen die gemessene Geschwindigkeit, die gemessene Pulvermasse pro Volumeneinheit und die Abmessungen der Förderleitung unter Berücksichtigung einer zusätzlichen Kalibrierung verrechnet werden. Die Massenbestimmung unter Verwendung von Mikrowellen ist mit weiteren Nachteilen verbunden. Die Massenbestimmung kann nicht am selben Abschnitt der Förderleitung wie die Geschwindigkeitsmessung erfolgen, da letztere durch den Betrieb des Mikrowellenresonators gestört werden würde. Außerdem ist die Messung mit Mikrowellen extrem von äußeren Randbedingungen abhängig, wie z.B. von der Feuchte des Pulvers. Dies macht eine zusätzliche Prozeßüberwachung und laufende Nachkalibrierung erforderlich.

Generell stellt die Notwendigkeit von Kalibrierungsmessungen bei allen herkömmlichen Techniken einen entscheidenden Nachteil dar, da die Erfassung von Schüttgutströmen in der Praxis möglichst universell und unabhängig von gesonderten Messungen der Schüttgutparameter, wie z.B. Korngrößen, -formen oder -gewichten erfolgen soll.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zum Messen von Schüttgutströmen, insbesondere zum Messen des Massedurchsatzes von fließendem Material, bereitzustellen, mit dem die Nachteile der herkömmlichen Techniken vermieden wird und das insbesondere kalibrationsfrei durchgeführt werden kann. Mit dem Verfahren soll auch eine hohe Meßgenauigkeit und eine Reduzierung des Wartungsaufwandes

erreicht werden. Die Aufgabe der Erfindung ist es auch, eine verbesserte Meßeinrichtung für Schüttgutströme, insbesondere eine verbesserte Durchflußwaage für Schüttgutströme anzugeben.

Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 7 oder 15 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Grundidee der Erfindung besteht darin, an fließfähigem Schüttgut in einer Transportleitung die Geschwindigkeits- und Massemessungen gleichzeitig an einer bestimmten Schüttgutmenge durchzuführen. Hierzu wird in eine Transportleitung für fließfähiges Schüttgut eine Wägerutsche integriert, die zur gravimetrischen Massebestimmung am jeweiligen auf der Wägerutsche fließenden Schüttgut ausgelegt ist. An der Wägerutsche oder in der Transportleitung ist ferner mindestens ein Paar von Influenzelektroden einer Geschwindigkeitsmeßvorrichtung angebracht, in denen durch das fließende Schüttgut meßbare Ströme von Influenzladungen erzeugt werden. Aus den zeitlichen Signalverläufen der Ströme wird unter Verwendung eines Korrelationsverfahrens die Geschwindigkeit des Schüttguts ermittelt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Messung der Durchflußmenge an Schüttgütern, wie sie beispielsweise in EP 372 037 beschrieben ist, so weiter zu entwickeln, daß die Geschwindigkeitsmessung am auf der Wägerutsche befindlichen Material erfolgt. Die Geschwindigkeitsmessung erfolgt entweder direkt an der Schüttgutmenge auf der Wägerutsche oder indirekt an Schüttgutmengen mit Abstand von der Wägerutsche unter Berücksich-

tigung eines Geschwindigkeitsprofils in der Transportleitung.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Wägerutsche, die simultan zur Masse- und Geschwindigkeitsmessung an über die Wägerutsche fließendem Material ausgelegt ist. Mit der Wägerutsche wird die Masse des auf der Länge der Wägerutsche befindlichen Schüttguts direkt und absolut in Kilogramm je Meter gemessen. Simultan ergibt die Geschwindigkeitsmessung die Schüttgutgeschwindigkeit in Metern je Sekunde. Durch Produktbildung kann unmittelbar die Durchflußmenge als durchfließende Masse pro Zeiteinheit, z.B. in Kilogramm je Stunde, abgeleitet werden.

Die Erfindung besitzt die folgenden Vorteile. Die Erfindung liefert eine Durchflußmengenmessung, die im Unterschied zu allen früheren Techniken kalibrationsfrei aus absoluten Geschwindigkeits- und Massemessungen abgeleitet wird. Die Ermittlung beider Parameter (Geschwindigkeit, Schüttgutmasse) erfolgt gleichzeitig für identisches Schüttgutmaterial. Dies ist ein besonders überraschendes und vorteilhaftes Ergebnis, da man vor der Erfindung davon ausgegangen war, daß die beiden Parameter die Implementierung derart verschiedenartiger Meßprinzipien erfordern, das eine gleichzeitige Messung für einen bestimmten Abschnitt der Transportleitung ausgeschlossen ist. Bei der Entwicklung der erfindungsgemäßen Meßtechnik gelangten die Erfinder zu dem unerwarteten Ergebnis, daß die Influenzmethode zur Geschwindigkeitsmessung ausreichend empfindlich für die Messung an fließfähigem Schüttgütern und ausreichend robust für praktische Anwendungen ist. Es wurde insbesondere festgestellt, daß auch bei Schüttgütern mit relativ großen Teilchengrößen im mm-Bereich die Teilchen z.B. durch Reibung, Stoß oder Bruch elektrostatisch aufgeladen werden und daß sich auch bei relativ geringen Schüttgutgeschwindigkeiten (z.B. im Bereich

ab 1 m/s. ausreichend genau meßbare Ströme in den Influenzelektroden ausbilden.

Die erfindungsgemäße Meßtechnik erlaubt auch die genaue Durchflußmengenmessung an unregelmäßig fließendem Schüttgut oder sogar an Schüttgutströmen mit zeitweiligen Unterbrechungen. Die erfindungsgemäße Meßeinrichtung ist äußerst robust gegen Störungen. Bewegte Komponenten, wie z.B. Prall- oder Laufräder, werden vermieden. Die Masse- und Geschwindigkeitsmessungen beeinflussen sich nicht gegenseitig. Mit der Erfindung wird eine Durchflußwaage mit einer neuen und erweiterten Brauchbarkeit geschaffen. Die Wägerutsche mit simultaner Masse- und Geschwindigkeitsmessung kann in eine Transportleitung beliebiger Gestalt eingebaut werden. Die Wägerutsche bildet selbst ein Stück Förderstrecke mit einer Form und Neigung, die zu denen der angrenzenden Abschnitte der Transportleitung identisch sind.

Mit der erfindungsgemäßen Meßtechnik läßt sich die Durchflußmenge mit einer Relativgenauigkeit von 1% und besser ermitteln. Durch den Einsatz einer digitalen Auswertungs-elektronik kann das System in Förderpausen einen Nullabgleich durchführen, um beispielsweise eine Drift der Massenmeßvorrichtung zu kompensieren.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden aus den im folgenden unter Bezug auf die Zeichnungen beschriebenen Ausführungsbeispielen ersichtlich. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Übersichtsdarstellung der mechanischen Teile einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Durchflußmengenmessung,

Figur 2: eine Illustration der Signalaufnahme bei einem erfindungsgemäßen Verfahren,



Figur 3: Kurvendarstellungen zur Illustration der Ströme von Influenzladungen und deren Korrelation,

Figur 4: Illustrationen zur Position von Influenzelektroden einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Durchflußmengenmessung,

Figur 5: Illustrationen zur Kombination einer erfindungsgemäßen Wägerutsche mit einer Transportleitung, und

Figur 6: Illustrationen verschiedener Förderstreckenquerschnitte.

Figur 1 illustriert die Anordnung einer erfindungsgemäßen Einrichtung 100 zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähigen Schüttguts 1 am Ende einer Transportleitung 2. Die Einrichtung 100 umfaßt im einzelnen eine Massenmeßvorrichtung 10 mit einer gravimetrischen Wägerutsche 3, eine Geschwindigkeitsmeßvorrichtung 20 mit einem Influenzelektrodenpaar 21 und eine Auswertungsvorrichtung 30, die im einzelnen einen Signalkorrelator, einen Wägeverstärker und eine Rechenvorrichtung zur Ermittlung der Durchflußmenge enthält. Die Einrichtung 100 ist in bzw. an einem durchbrochen gezeichneten Gehäuse 4 angebracht, das anwendungsabhängig ortsfest auf einem Untergrund oder vorzugsweise wie dargestellt am Ende der Transportleitung 2 befestigt ist. Die Wägerutsche 3 ist so gestaltet und im Gehäuse 4 angebracht, daß sie im wesentlichen eine gleichförmige Verlängerung der Förderstrecke der Transportleitung 2 bildet. An der oberen Seite der Wägerutsche 3 ist ein Balken 13 befestigt. Die Wägerutsche 3 ist vorzugsweise aus Segmenten aufgebaut, die mit dem Balken 13 zusammengehalten werden. Die Wägezelle 11 ist an einem Ende mit dem Balken 13 und am anderen Ende mit dem

Gehäuse 4 fest verbunden. Sie enthält als Massesensor einen Dehnungsmeßstreifen 12, der in Abhängigkeit von der Masse in der Wägerutsche 3 und damit deren Verbiegung in Pfeilrichtung ein vorbestimmtes Sensorsignal an die Auswertungs-  
vorrichtung 30 liefert. Anstelle des Dehnungsmeßstreifens 12 können alternativ auch andere Massesensoren, z.B. unter Verwendung eines mechanischen Federelements oder des Prinzips der schwingenden Saite oder des Prinzips der magnetischen Kraftkompensation, eingesetzt werden.

Die Wägerutsche 3 trägt das Influenzelektrodenpaar 21 mit zwei voneinander beabstandeten Elektrodenringen 21a, 21b. Die Elektrodenringe 21a, 21b sind in die Wand der Wägerutsche 3 integriert, auf dieser außen fixiert oder auch in einer äußeren Hülse untergebracht, die auf der Außenseite der Wägerutsche 3 beweglich ist. Die Ringelektroden 21a, 21b sind streifenförmige, die Wägerutsche 3 vollständig umgebende metallische Ringe, die beispielsweise aus Kupfer bestehen und eine Dicke von 30 µm bis in den mm-Bereich bzw. eine Breite von rd. 2 cm besitzen. Es können auch mehrere Influenzelektrodenpaare 21 vorgesehen sein, wie dies unten erläutert ist. Die Influenzelektroden müssen nicht zwingend ringförmig die Wägerutsche 3 umgeben. Es sind auch andere, flächige oder streifenförmige Elektrodenformen realisierbar, sofern sie für eine ausreichende Bildung von Ladungssignalen zur Geschwindigkeitsmessung geeignet sind.

Das Schüttgut 1 kann aus beliebigem partikelförmigem, anorganischen oder organischen Material bestehen. Es kann beispielsweise Mineralstoffe oder Kunststoffe mit beliebigen Teilchenformen (Kugelformen, Bruchstücke, Stäbchenformen u. dgl.) umfassen. Typische Teilchengrößen liegen im Bereich oberhalb von 1 µm, vorzugsweise rund 1 mm bis 5 mm. Die Teilchengrößen können auch im cm-Bereich und weit darüberhinaus liegen.

Das Schüttgut 1 bewegt sich unter der Wirkung der Gravitation in der Transportleitung 2 bzw. der Wägerutsche 3 auf dem jeweiligen Boden der Förderstrecke. Hierzu sind die Transportleitung 2 und die Wägerutsche 3 gegenüber der Horizontalen geneigt. Die Neigung oder Steilheit wird anwendungsabhängig, insbesondere in Abhängigkeit von der Fließfähigkeit des Schüttguts, gewählt und liegt beispielsweise im Bereich von  $30^\circ$  bis  $45^\circ$ . Der Transport des Schüttguts 1 erfolgt trägergasfrei rutschend auf dem Boden der Förderstrecke.

Das Prinzip der Signalaufnahme mit der erfindungsgemäßen Einrichtung 100 wird im folgenden unter Bezug auf die Figuren 2 und 3 erläutert. Figur 2 zeigt schematisch die erfindungsgemäße Wägerutsche 3 mit zwei Elektrodenringen 21a, 21b. Das Schüttgut rutscht in Pfeilrichtung auf den Boden der Wägerutsche 3. Die Geschwindigkeit des Schüttgutstromes wird wie folgt ermittelt.

Der Schüttgutstrom besteht aus Feststoffpartikeln, die sich bei ihrer Bewegung elektrostatisch aufladen. Die elektrostatische Aufladung wird beispielsweise durch Reibung zwischen den Partikeln, Reibung zwischen Partikeln und der Wand der Transportleitung oder durch Bruch oder Stoß verursacht. Die elektrisch geladenen Partikel erzeugen (influenzieren) beim Durchtritt durch einen Metallring oder allgemein bei jeder Bewegung relativ zu einem elektrischen Leiter in diesem eine Spiegelladung. Die Summe der Spiegelladungen liefert ein Ladungssignal, das gegenüber Masse als Stromsignal meßbar ist. Aufgrund von statistischen Schwankungen im Schüttgutstrom ergibt sich im Zeitverlauf ein Stromsignal mit einem statistischen Rauschen. Erfolgt ein Vorbeitritt der elektrisch geladenen Partikel an einem wei-

teren Metallring oder einer weiteren Metallfläche, so wird wiederum ein Ladungssignal bzw. im zeitlichen Verlauf ein Stromsignal meßbar, das sich ebenfalls durch ein statistisches Rauschen auszeichnet. Das Stromrauschen ist in beiden Fällen in seiner zeitlichen Abfolge ähnlich, wobei jedoch ein Zeitversatz  $\Delta t$  auftritt, der linear von der Schüttgutgeschwindigkeit abhängt. Weitere Einzelheiten des an sich bekannten Influenzprinzips zur Bestimmung von Partikelgeschwindigkeiten werden in der Publikation von K. Dybeck et al. in „Conference Record Of 29<sup>th</sup> Annual Meeting“, IEEE Industry Application Society, Atlanta 1994, beschrieben.

In Figur 2 ist die Abnahme der Ladungssignale (Signal A1, Signal A2) von den Ringelektroden 21a bzw. 21b illustriert. Die Signale A1, A2 werden an den Korrelator 31 gegeben. Der Korrelator 31 bildet die Kreuzkorrelationsfunktion aus den Signalen A1 und A2 und ermittelt aus dieser den Zeitversatz  $\Delta t$ . Der Zeitversatz entspricht der Lage des Maximums der Kreuzkorrelationsfunktion. Dies ist im einzelnen weiter in Figur 3 illustriert, die im oberen Teil die Ausgangssignale A1 und A2 von den Ringelektroden 21a, 21b und im unteren Teil die Kreuzkorrelationsfunktion KKF illustriert. Aus dem bekannten Abstand  $l$  der Ringelektroden 21a, 21b und dem Zeitversatz wird die gesuchte Schüttgutgeschwindigkeit  $v$  gemäß

$$v = l/\Delta t$$

ermittelt. Der Abstand  $l$  zwischen den Ringelektroden 21a, 21b beträgt beispielsweise 30 mm.

Der Korrelator 31 enthält vorzugsweise einen digitalen Signalprozessor, dessen Eingangsgrößen durch Abtasten der analogen Signale A1, A2 geliefert werden. Die Abtastrate wird anwendungsabhängig unter Berücksichtigung einer Minimierung des Fehlers bei der Korrelationsanalyse gewählt. Zur Er-

mittlung der Kreuzkorrelationsfunktion werden entsprechend den Signalen A1, A2 zwei Datenfolgen mit einer bestimmten Anzahl N von Meßpunkten aufgenommen, die Datenfolgen unter Anwendung einer N-Punkte-FFT in den Frequenzbereich transformiert und einer Faltung unterzogen. Das Faltungsergebnis wird mit einer inversen N-Punkte-FFT in den Zeitbereich rücktransformiert, woraus sich das in Figur 3 (untere Kurve) dargestellte Ergebnis ergibt. Die Geschwindigkeit v wird an die Rechenvorrichtung 32 gegeben.

Der Signalweg zur Ermittlung des Geschwindigkeits-Parameters verläuft somit von den Influenzelektroden 21a, 21b zur Ermittlung der Ladungssignale über einen Vorverstärker (nicht dargestellt) und einen programmierbaren Verstärker zur automatischen Signalanpassung (ebenfalls nicht dargestellt) zum Korrelator 31, der den digitalen Signalprozessor enthält, die Kreuzkorrelationsfunktion und daraus die Geschwindigkeit berechnet. Der programmierbare Verstärker dient der Signalhöhenoptimierung der Ladungssignale bei sich ändernden Produkteigenschaften oder Massedurchsätzen.

Der Zeitversatz kann alternativ auch mit anderen Signalanalyseverfahren, wie z. B. einer Muster- oder Bildauswertung oder Iterationsverfahren, ermittelt werden.

Das Signal für den Masseparameter (Signal B) verläuft direkt von der Wägezelle 11 (siehe Figur 1) der Wägerutsche 3 über einen Wägeverstärker 14 zur Rechenvorrichtung 32.

In der Rechenvorrichtung 32 wird die Durchflußmenge  $dm/dt$  aus der Geschwindigkeit und der pro Längeneinheit der Wägerutsche 3 gemessenen Masse M wie folgt berechnet:

$$dm/dt \text{ [kg/h]} = v \text{ [m/sec]} \cdot M \text{ [kg/m]} \cdot 3600$$

Die Rechenvorrichtung 32 ergibt somit ohne zusätzliche Kalibrationsschritte unmittelbar die Durchflußmenge. Die jeweils berechnete quantitative Größe für  $dm/dt$  kann einer weiteren Auswertung, einer Anzeige oder einer Systemsteuerung als Eingangsgröße z.B. für einen Förderer zugeführt werden.

Figur 4 illustriert verschiedene Ausführungsformen der Elektrodenpositionierung an der Wägerutsche 3. Die Ringelektroden 21a, 21b, die ersatzweise auch nicht-umlaufende Elektrodenstücke nahe des in Betriebsposition unteren Teils der Wägerutsche sein können, bilden jeweils ein Influenzelektrodenpaar 21. Jedes Influenzelektrodenpaar 21 ist außen um die Wägerutsche verlaufend befestigt oder in die Wand der Wägerutsche eingebettet. Im ersteren Fall muß die Wägerutsche aus einem elektrisch isolierenden Material bestehen. Beim Einkleben oder Einbetten der Influenzelektroden in die Wägerutsche ist dies nicht erforderlich. Vorzugsweise wird ein segmentierter Aufbau gewählt, bei dem sich Rutschen- und Elektrodensegmente abwechseln.

Im Unterschied zu Figur 1 zeigt Figur 4 die Wägerutsche 3 zwischen dem Einlauf 2a und dem Auslauf 2b der im übrigen nicht gezeigten Transportleitung. Im obersten Teilbild ist das Influenzelektrodenpaar 21 in axialer Richtung mittig an der Wägerutsche 3 angebracht. Bei der abgewandelten Ausführungsform entsprechend dem mittleren Bild in Figur 4 sind zwei Influenzelektrodenpaare 21, 22 am Anfang bzw. Ende der Wägerutsche 3 vorgesehen. Diese Ausführungsform besitzt den Vorteil, daß die Geschwindigkeit des Schüttguts mit erhöhter Genauigkeit ermittelt werden kann. Da die Geschwindigkeit des Schüttguts während des Fließens über Wägerutsche 3 unter Wirkung der Gravitationskraft noch steigt, können mit den zwei Influenzelektrodenpaaren 21, 22 zwei Geschwindigkeitswerte und aus diesen ein mittlerer Geschwindigkeits-

wert ermittelt werden. Zur Aufnahme von Geschwindigkeitsprofilen entlang der Wägerutsche und/oder zur Verbesserung der Geschwindigkeitsmessung können auch noch mehr Influenzelektrodenpaare vorgesehen sein.

Im untersten Teil von Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung illustriert, bei der zwei Influenzelektrodenpaare 21, 22 am Ende des Einlaufs 2a bzw. am Anfang des Auslaufs 2b angeordnet sind. Aus den Abständen der Influenzelektrodenpaare 21 bzw. 22 von der Wägerutsche 3 kann unter Annahme eines vorbestimmten Geschwindigkeitsprofils des Schüttguts die Geschwindigkeit in der Wägerutsche 3 ermittelt werden. Das Geschwindigkeitsprofil ist beispielsweise ein lineares Profil, d.h. die Geschwindigkeit des Schüttguts nimmt in Transportrichtung linear zu. Das Geschwindigkeitsprofil kann aber auch komplizierter oder einfacher sein. Je nach Material, Steilheit und Länge der Förderstrecke können ein Abbremsen oder bei Gleichgewicht aus Reibung und Gravitation eine konstante Geschwindigkeit des Schüttguts auftreten.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 4 (unten) besitzt Vorteile in Bezug auf den vereinfachten mechanischen Aufbau der Wägerutsche und die Vermeidung einer Verdrahtung an dieser. Allerdings muß bei dieser Gestaltung ein Auslauf vorgesehen sein.

Gemäß einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform könnte auch ein einziges Influenzelektrodenpaar außerhalb der Wägerutsche vorgesehen sein, das unter Berücksichtigung des Abstandes von der Wägerutsche und des angenommenen Geschwindigkeitsprofils oder einer auf der Förderstrecke ausgebildeten Konstantgeschwindigkeit wiederum einen Geschwindigkeitswert für das Schüttgut in der Wägerutsche ergibt.

Diese Ausführungsform ist jedoch durch eine geringere Genauigkeit gekennzeichnet.

Es wird betont, daß auch die Ausführungsformen der Erfindung mit Influenzelektrodenpaaren außerhalb der Wägerutsche die simultane Geschwindigkeits- und Massemessung für identisches Schüttgutmaterial erlauben. Die Interpolation auf der Grundlage von Geschwindigkeitsprofilen ist bei fließfähigem Schüttgut genügend genau, um von den Geschwindigkeitswerten außerhalb der Wägerutsche auf die Geschwindigkeit auf der Wägerutsche Rückschlüsse ziehen zu können.

Eine in der Praxis realisierte Meßeinrichtung zur Messung an Kunststoffgranulat mit einer mittleren Korngröße von 2 mm und einem Durchsatz von rd. 0.5 bis 2 t/h besitzt z. B. die folgenden Eigenschaften. Der Aufbau entspricht der Gestaltung von Fig. 4 (oben). Die Wägerutsche besitzt eine Länge von 200 mm und eine Neigung gegenüber der Horizontalen von 30°. Der Rohrdurchmesser beträgt 50 mm. Das Granulat besitzt eine typische Geschwindigkeit von rd. 1.7 m/s. Bei maximalem Durchsatz beträgt die Masse M auf der Wägerutsche rd. 65 g / 200 mm.

Die Figuren 5 und 6 illustrieren verschiedene Gestaltungen der Anordnung der Wägerutsche 3 in Bezug auf die Transportleitung 2 bzw. des Profils der Transportleitung 2 und der Wägerutsche 3. Die erfindungsgemäße Wägerutsche 3 kann in die Transportleitung 2 integriert sein (Figur 5, oberer Teil) oder am Ende der Transportleitung 2 vorgesehen sein. In jedem Fall ist das Querschnittsprofil der Wägerutsche genau an das Querschnittsprofil der Transportleitung angepaßt, wobei jedoch die Wägerutsche 3 berührungslos angeordnet ist. Ein Spalt zwischen der Wägerutsche 3 und den jeweils benachbarten Teilen der Transportleitung 2 besitzt meist eine charakteristische Dimension, die geringer ist



als die typische Teilchengröße des fließenden Schüttguts. Beispielsweise besitzt der Spalt bei Granulatschüttgut mit einer Teilchengröße im Bereich von 2 mm eine Breite von 1 mm. Bei großen Durchsätzen tritt im Schüttgutstrom eine Kraftwirkung wie ein Sog auf, die insbesondere bei der Förderung von Pulvern verhindert, daß sich der Spalt zusetzt. Die Spaltbreite kann somit auch größer als die geförderten Teilchen sein.

Die Transportleitung und die Wägerutsche besitzen einen geschlossenen oder einen nach oben offenen Querschnitt, wie dies in Figur 6 illustriert ist. Eine bevorzugte geschlossene Querschnittsform ist die Rohrform. Als offene Formen können beispielsweise ein Rohrsegment oder eine Rechteckform gebildet werden. Weitere Abwandlungen sind möglich, wobei eine Querschnittsform derart bevorzugt wird, daß in einem in Betriebsposition unteren Scheitel der Förderstrecke das Schüttgut konzentriert wird. Die Querschnittsform kann auch dreieckig oder durch Kombination der genannten Formen gebildet sein.

Die Wägerutsche 3 kann hängend oder von unten gestützt angeordnet sein, wobei die hängende Anordnung bevorzugt wird, da die Wägezelle 11 (siehe Figur 1) vor gegebenenfalls aus tretendem Schüttgut geschützt wird und den ausgetretenen Schüttgutstrom nicht behindert und ferner kurze, störungsarme Kabelwege zur Signalübertragung ermöglicht werden.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähigen Schüttguts (1) durch eine Transportleitung (2), bei dem eine Geschwindigkeitsmessung und eine Massemessung vorgesehen sind, wobei die Massemessung gravimetrisch mit einer Wägerutsche (3) erfolgt,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Geschwindigkeitsmessung simultan zur Massemessung für jeweils auf der Wägerutsche befindliches Schüttgut unter Verwendung mindestens eines Induktionselektrodenpaares (21, 22) erfolgt, und

die Durchflußmenge kalibrationsfrei direkt aus der Geschwindigkeit und der Masse des auf der Wägerutsche (3) fließenden Schüttguts (1) ermittelt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Massemessung mit einer hängenden oder aufliegenden Wägerutsche (3) erfolgt.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem mehrere Influenzelektrodenpaare (21, 22) vorgesehen sind und mit diesen mehrere Geschwindigkeitsmessungen erfolgen und die Geschwindigkeit des Schüttguts (1) der Wägerutsche (3) aus den Geschwindigkeitsmessungen abgeleitet wird.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Schüttgut partikelförmige Feststoffe mit typischen Teilchengrößen im Bereich von 1 µm bis 1000 mm umfaßt.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Durchflußmenge ( $dm/dt$ ) aus der gemessenen Masse (M) und der gemessenen Geschwindigkeit (v) gemäß  $dm/dt = v \cdot M$  ermittelt wird.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem zur Geschwindigkeitsmessung eine Korrelationsanalyse der Ladungssignale der Influenzelektroden jedes Influenzelektrodenpaares (21, 22) erfolgt.

7. Einrichtung (100) zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähigen Schüttguts (1) durch eine Transportleitung (2), die umfaßt:

- eine Massemeßvorrichtung (10), die zur Wägung des auf einer Wägerutsche (3) befindlichen Schüttguts (1) ausgelegt ist,
- eine Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20), und
- eine Auswertungsvorrichtung (30),

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20) mindestens ein Influenzelektrodenpaar (21, 22) umfaßt, das zur Bereitstellung von Ladungssignalen (A1, A2) ausgelegt ist, deren relativer zeitlicher Verlauf charakteristisch für die Geschwindigkeit des Schüttguts (1) in der Wägerutsche (3) ist, und

die Auswertungsvorrichtung (30) mit der Massemeßvorrichtung (10) und Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20) verbunden und dazu ausgelegt ist, aus den von den Masse- und Geschwindigkeitsmeßvorrichtungen (10, 20) gelieferten Meßwerten direkt die Durchflußmenge des Schüttguts (1) zu ermitteln.

8. Einrichtung gemäß Anspruch 7, bei der die Wägerutsche (3) hängend oder aufliegend angeordnet ist.

9. Einrichtung gemäß Anspruch 7 oder 8, bei der die Wägerutsche (3) am Ende einer Transportleitung (2) oder in einer Lücke zwischen zwei Transportleitungsabschnitten (2a, 2b) angeordnet ist.

10. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der das mindestens eine Influenzelektrodenpaar (21, 22) an der Wägerutsche (3), auf deren Außenseite oder in deren Wand integriert, angebracht ist.

11. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, bei der jedes Influenzelektrodenpaar (21, 22) aus zwei Ringelektroden besteht, die radial um die Wägerutsche (3) verlaufen.

12. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, bei der jedes Influenzelektrodenpaar (21, 22) Elektrodenstücke umfaßt, die im Bodenbereich der Wägerutsche (3) angeordnet sind.

13. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der mindestens ein Influenzelektrodenpaar (21, 22) an der Transportleitung (2) angebracht ist.

14. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 13, bei der die Massenmeßvorrichtung (10) eine Wägezelle (11) und einen Dehnungsmeßstreifen (12) enthält, wobei die Wägezelle (11) mit dem Dehnungsmeßstreifen (12) an einem Ende mittels eines Balkens (13) an der Wägerutsche (3) und am anderen Ende ortsfest an einem Gehäuse (4) befestigt ist.

15. Wägerutsche zur gravimetrischen Wägung von fließendem Schüttgut (1), die mit einer Massenmeßvorrichtung (10) und einer Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20) versehen ist,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (20) mindestens ein Influenzelektrodenpaar (21, 22) zur Erfassung der Geschwindigkeit des Schüttguts auf der Wägerutsche (3) umfaßt.

16. Wägerutsche gemäß Anspruch 15, bei der ein Influenzelektrodenpaar (21) in axialer Richtung in der Mitte der

Wägerutsche (3) angebracht ist.

17. Wägerutsche gemäß Anspruch 15, bei der zwei Influenzelektrodenpaare (21, 22) an den Enden der Wägerutsche (3) angebracht sind (3).

18. Wägerutsche gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17, bei der die Influenzelektrodenpaare auf der äußeren Wand der Wägerutsche (3) aufgebracht oder in die Wand der Wägerutsche (3) integriert sind.

19. Wägerutsche gemäß Anspruch 18, die einen segmentartigen Aufbau besitzt.

20. Verwendung eines Verfahrens, einer Einrichtung oder einer Wägerutsche gemäß einem der vorliegenden Ansprüche zum Erfassen der Durchflußmenge fließfähiger Schüttgüter.



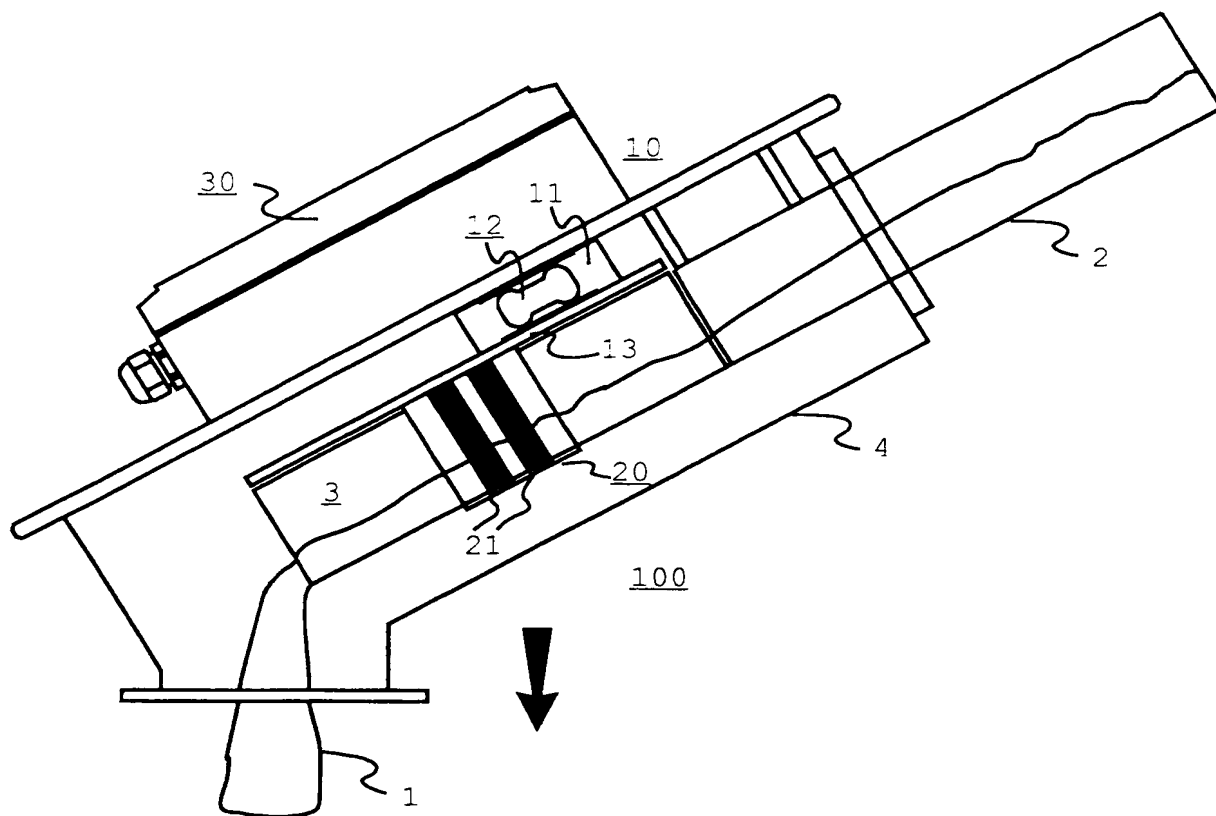


Fig. 1





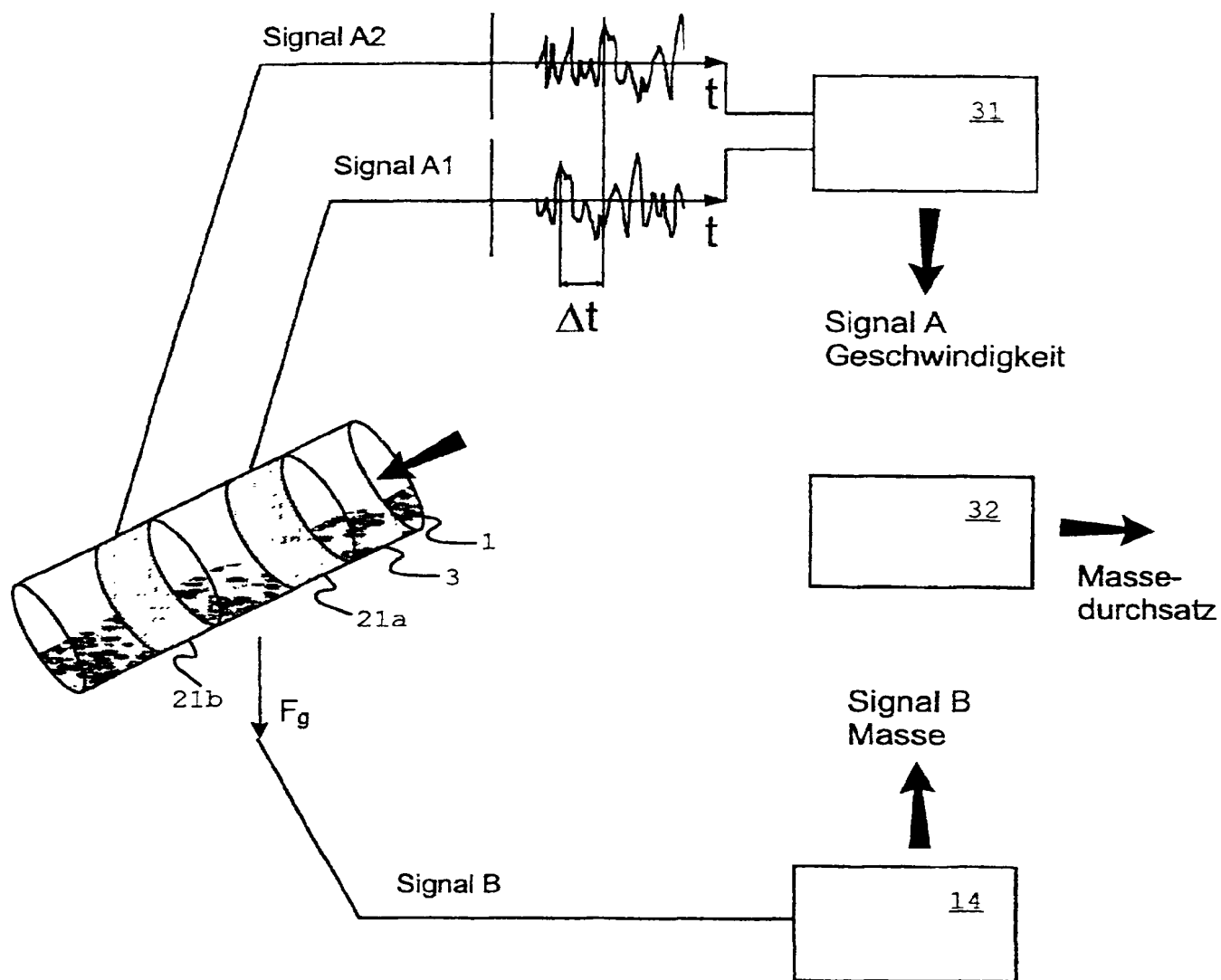


Fig. 2



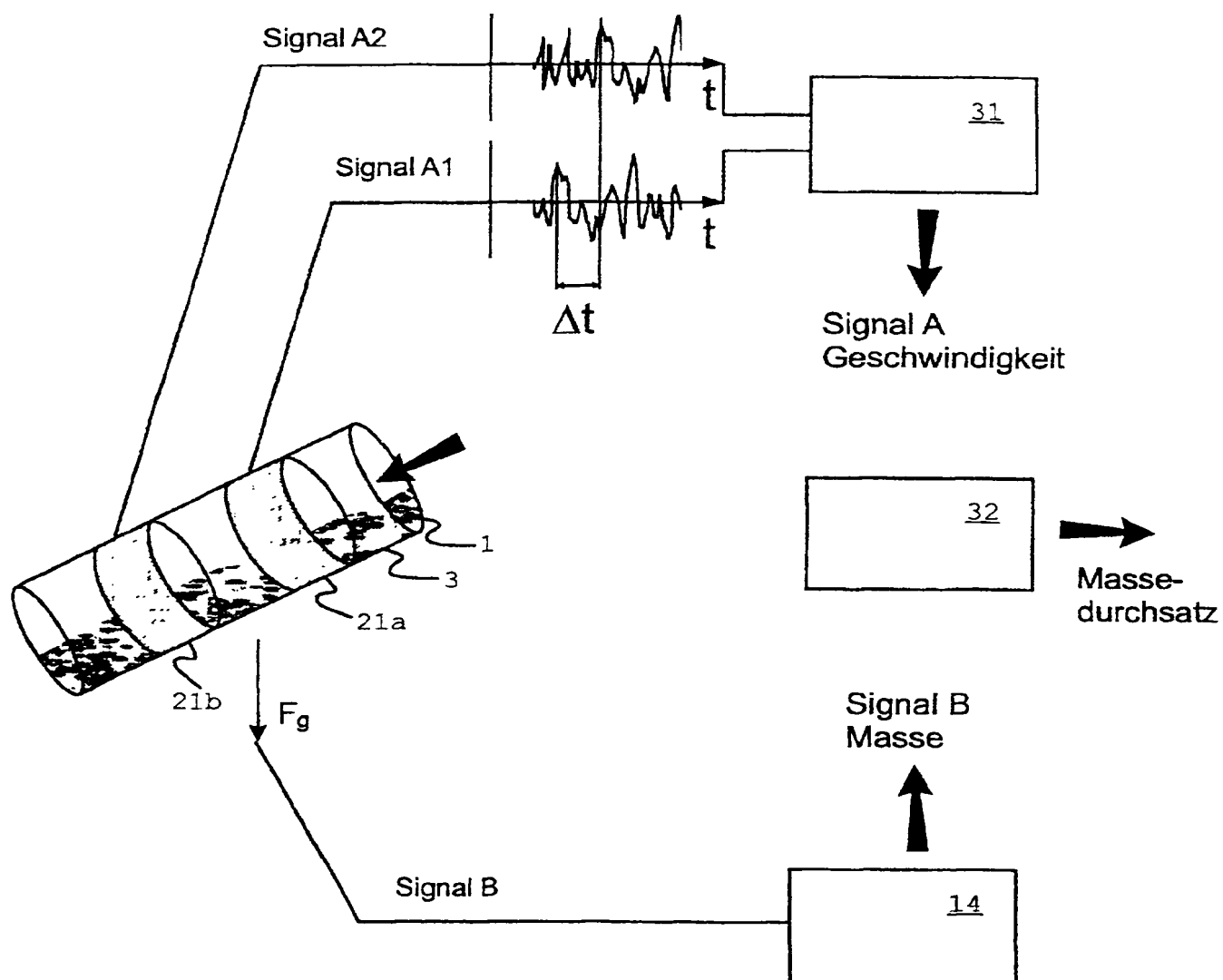


Fig.2



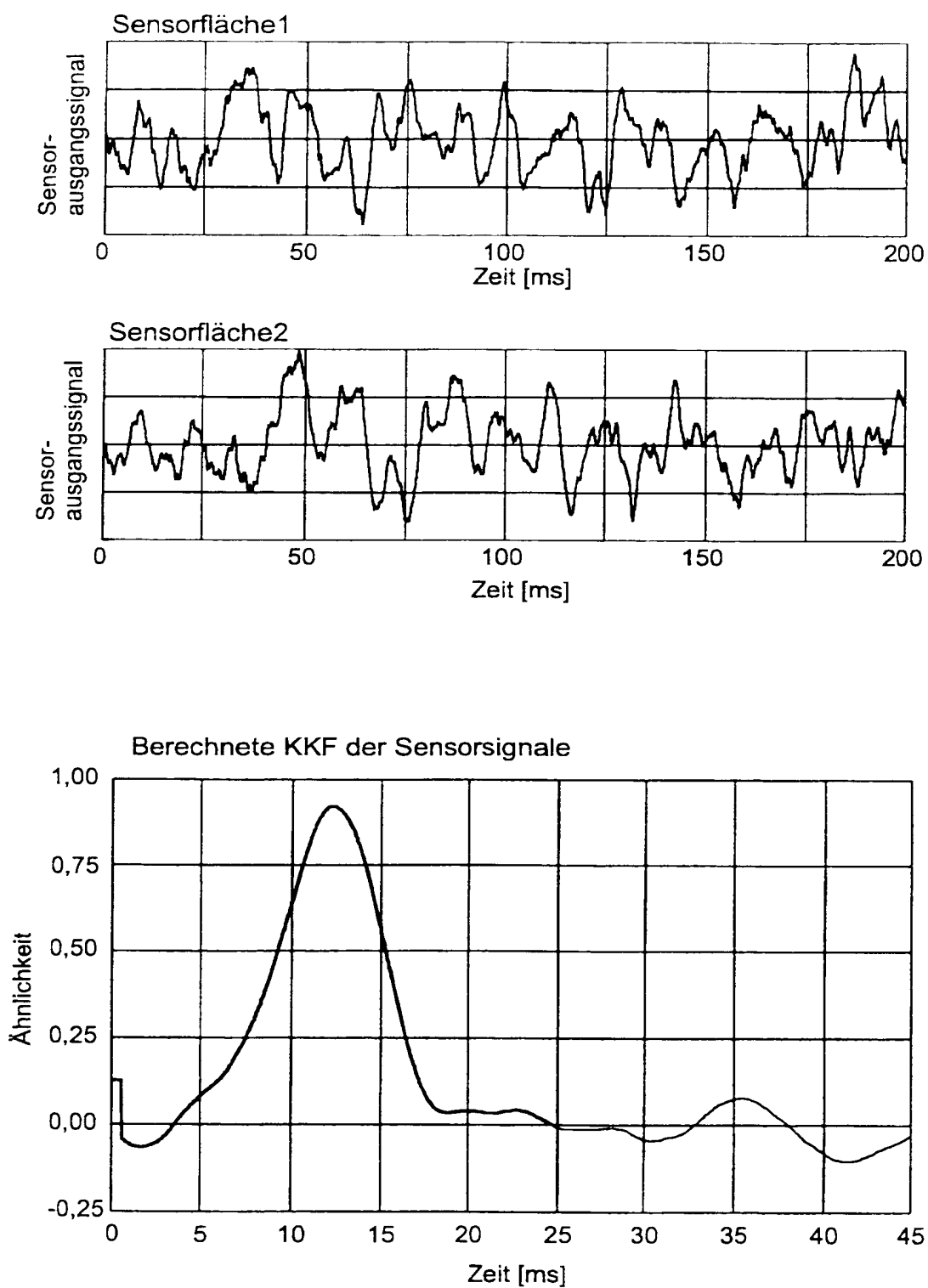


Fig. 3



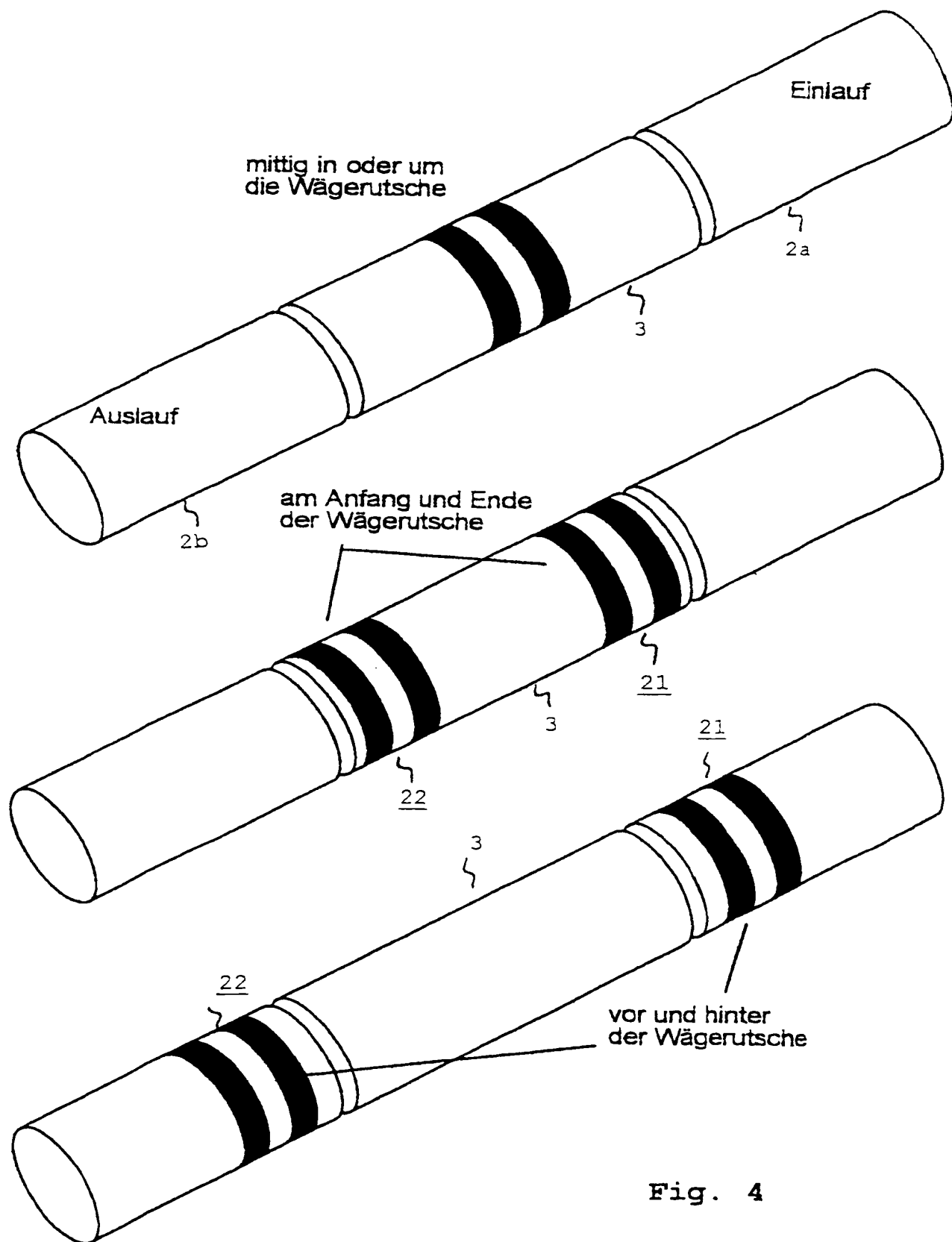


Fig. 4



.

.

.

.



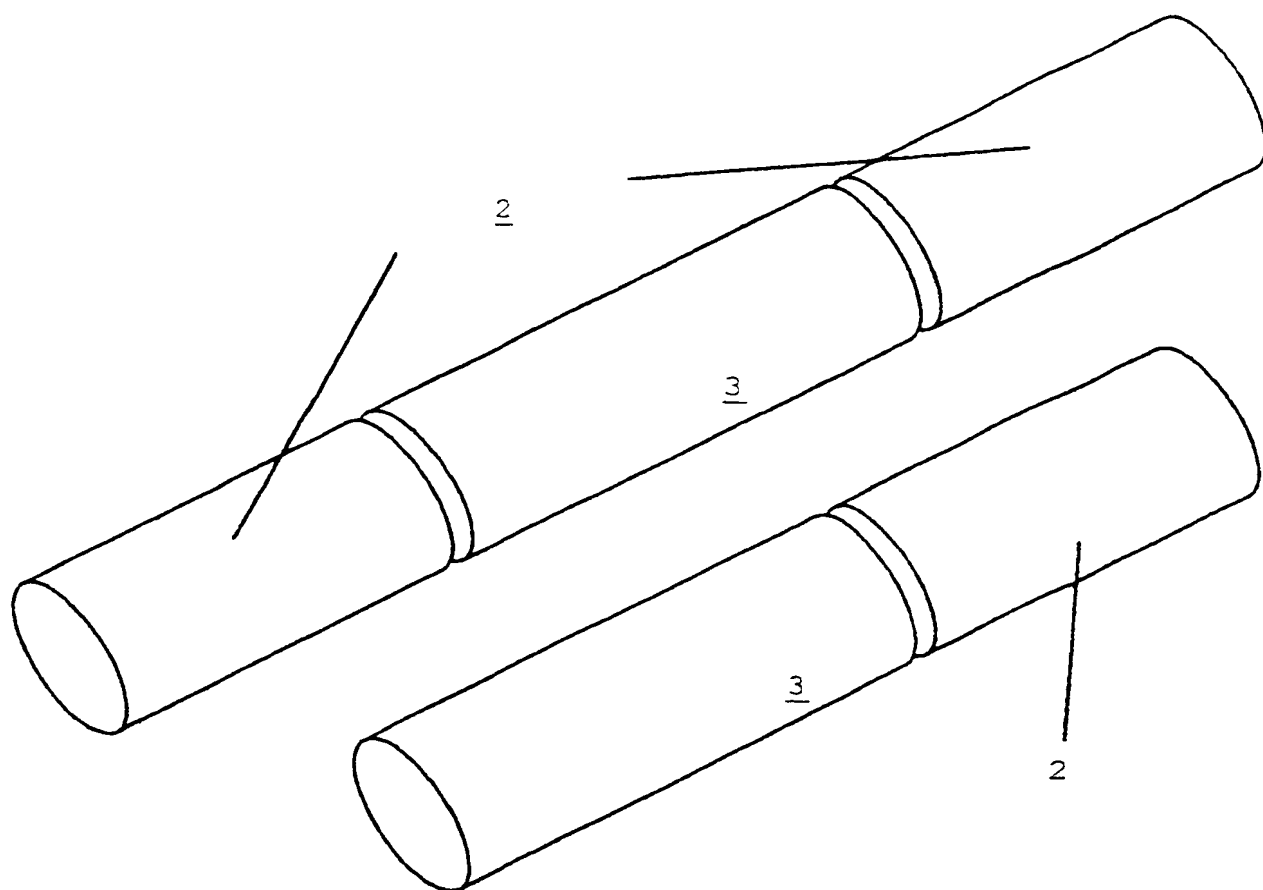
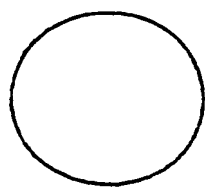


Fig. 5



Rohr



Rohrsegment



Rechteck

Fig. 6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/09345

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01G11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 29 50 925 A (ZAKLADY MEKH PRECYZYJNEJ I AUT) 20 November 1980 (1980-11-20) cited in the application claim 1; figure	1,7
Y	---	15-20
A	DE 44 06 046 A (WAGNER INT) 31 August 1995 (1995-08-31) cited in the application abstract; figure 1	1,7
Y	---	15-20
Y	DE 197 45 121 A (BAYER AG) 15 April 1999 (1999-04-15) column 3, line 45 - line 52; figure 2 -----	15-20

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 January 2001

Date of mailing of the international search report

23/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ganci, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/09345

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2950925	A	20-11-1980	PL 215637 A	02-01-1981
DE 4406046	A	31-08-1995	EP 0669522 A	30-08-1995
DE 19745121	A	15-04-1999	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09345

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G01G11/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 29 50 925 A (ZAKLADY MEKH PRECYZYJNEJ I AUT) 20. November 1980 (1980-11-20) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1; Abbildung	1,7
Y	----	15-20
A	DE 44 06 046 A (WAGNER INT) 31. August 1995 (1995-08-31) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1	1,7
Y	----	15-20
	DE 197 45 121 A (BAYER AG) 15. April 1999 (1999-04-15) Spalte 3, Zeile 45 - Zeile 52; Abbildung 2	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*g\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Januar 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ganci, P

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09345

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 2950925	A	20-11-1980	PL	215637 A	02-01-1981
DE 4406046	A	31-08-1995	EP	0669522 A	30-08-1995
DE 19745121	A	15-04-1999	KEINE		